

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Иванчина Людмила Александровна

СОСТОЯНИЕ ЕЛЬНИКОВ ЗОНЫ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ
ПЕРМСКОГО КРАЯ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ

Специальность 06.03.02 - «Лесоведение, лесоводство,
лесоустройство и лесная таксация»

Диссертация на соискание учёной степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
Доктор сельскохозяйственных наук
Кожевников Алексей Петрович

Екатеринбург – 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Природно-географические условия.....	9
1.1. Физико-географическое положение.....	9
1.2. Климат.....	11
1.3. Рельеф и почвы.....	13
1.4. Гидрологические условия.....	16
1.5. Лесная растительность.....	17
Выводы.....	19
2. Состояние проблемы усыхания еловых насаждений.....	20
Выводы.....	36
3. Программа, методика и объём выполненных работ.....	37
3.1. Программа работ.....	37
3.2. Методика исследования.....	38
3.3. Объекты исследования.....	51
3.4. Объём выполненных работ.....	53
4. Состояние ельников района исследования.....	54
4.1. Роль ельников в составе лесного фонда.....	54
4.2. История усыхания ельников.....	58
4.3. Современное санитарное состояние ельников.....	62
4.4. Пространственная характеристика сухостоя.....	68
4.5. Особенности процесса усыхания ельников.....	70
Выводы.....	75
5. Влияние различных факторов на устойчивость ельников района исследования.....	77
5.1. Влияние типа леса и типа лесорастительных условий на устойчивость ельников	77
5.2. Влияние возраста еловых древостоев на их устойчивость.....	81

5.3.	Роль состава древостоев в устойчивости еловых насаждений.....	86
5.4.	Влияние полноты древостоев на их устойчивость.....	100
5.5.	Влияние размера деревьев ели на их устойчивость.....	105
5.6.	Влияние фитотоксичности почв на устойчивость ельников.....	110
5.7.	Роль ксилофагов в усыхании ельников	112
5.8.	Роль фаутных признаков и болезней в усыхании ельников.....	122
5.9.	Влияние колебаний климата на устойчивость ельников	135
	Выводы.....	140
6.	Способы сохранения еловых насаждений.....	142
6.1.	Обеспеченность подростом усохших еловых насаждений.....	142
6.1.1.	Предварительное лесовосстановление.....	142
6.1.2.	Естественное лесовосстановление на свежих вырубках.....	151
6.2.	Эффективность санитарных рубок.....	154
	Выводы.....	159
	Заключение.....	161
	Рекомендации производству.....	164
	Список литературы.....	166
	Приложения.....	195

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В последние десятилетия во многих регионах нашей страны и за её пределами наблюдается усыхание еловых насаждений. Усыхание наблюдается преимущественно в зонах хвойно-широколиственных лесов и южной тайги (Маслов, 2010). Кроме того, усыхания еловых лесов также отмечены в зоне средней тайги (Архангельская область) (Неволин и др., 2005). В Белоруссии только за 1996 г. площадь усохших ельников составила 13,6 тыс. га (2 % от общей площади еловых насаждений) (Сарнацкий, 2009). Согласно сведениям А.Д. Маслова (2010), в 1993-1997 гг. в Литве погибло 2/3 припевающих, спелых и перестойных ельников. В Калининградской области в период с 1987 по 1991 гг. усохло 70-90 % еловых насаждений в возрасте 60 лет и выше. На территории Московской области с 1998 по 2007 гг. сплошными санитарными рубками пройдено почти 44 тыс. га, что составляет около 15 % от общей площади еловых насаждений (Лесной план..., 2010). Одним из регионов России, страдающих от неудовлетворительного состояния ельников, является Пермский край.

Указанная проблема влечет за собой множество негативных последствий: сокращение площадей, покрытых лесной растительностью, изменение ландшафта, огромный материальный ущерб. Ослабленные и разрушенные насаждения утрачивают способность выполнять экологические функции. Кроме того, усыхающие и усохшие деревья являются рассадником опасных вредителей и болезней. Накопление сухостоя опасно в пожарном отношении. В связи с этим, исследования состояния и устойчивости ельников к усыханию, а также поиск способов сохранения насаждений являются актуальной задачей лесохозяйственной науки.

Степень разработанности темы исследований. Несмотря на обширный перечень работ, посвященный проблеме усыхания еловых насаждений, указанная тема изучена недостаточно. Среди ученых нет единого мнения о причинах этого

явления. Следовательно, отсутствуют четкие рекомендации по предотвращению процесса усыхания ельников. На территории Пермского края, за редким исключением, исследования по усыханию еловых насаждений не проводились.

Диссертация является законченным научным исследованием.

Цель и задачи исследований. Целью исследований является оценка состояния и устойчивости еловых насаждений в условиях зоны хвойно-широколиственных лесов Пермского края и разработка рекомендаций по повышению их устойчивости к усыханию.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Лесопатологическое обследование еловых насаждений и определение их санитарного состояния;
2. Установление влияния лесоводственно-таксационных характеристик ельников на их устойчивость;
3. Изучение успешности естественного лесовосстановления на пробных площадях;
4. Изучение эффективности проведенных сплошных (ССР) и выборочных санитарных рубок (ВСР);
5. Разработка рекомендаций по повышению устойчивости ельников к усыханию.

Научная новизна. Комплексные исследования по состоянию и устойчивости ельников в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края ранее не проводились. Впервые в исследовательских целях использованы акты лесопатологического обследования и проведен анализ содержащейся в них информации. Впервые выполнены лабораторные исследования по влиянию общей фитотоксичности почв на состояние еловых насаждений. Получено уравнение зависимости количества пораженных короедом деревьев ели от их диаметра.

Теоретическая и практическая значимость. Выполненные исследования значительно дополняют существующие знания об усыхании еловых лесов. Установлен комплекс факторов, влияющих на устойчивость ельников зоны хвойно-широколиственных лесов Пермского края, и предложены рекомендации

по сохранению их устойчивости с помощью лесоводственных приемов. Практическая значимость работы состоит в возможности применения полученных результатов при назначении рубок ухода и выборочных рубок с целью формирования устойчивых к усыханию насаждений. Материалы исследований могут быть полезны лесопользователям при назначении и проведении санитарно-оздоровительных мероприятий.

Методология и методы исследований. В основу исследований положен традиционный метод закладки пробных площадей. Ряд исследований осуществлен за счет анализа информации, содержащейся в материалах лесоустройства и в актах лесопатологического обследования. В исследовании также применены дендрохронологические методы.

Положения, выносимые на защиту:

- в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края наблюдается общее ухудшение санитарного состояния еловых древостоев и их куртинно-групповое усыхание;
- устойчивость ельников к усыханию определяется комплексом факторов;
- повышение устойчивости ельников к усыханию возможно регулированием состава и полноты древостоев.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов исследования подтверждается значительным объёмом полевого материала, применением традиционных научно-обоснованных апробированных методик, обработкой полученных данных с помощью математических и статистических методов с применением компьютерных программ (Microsoft Office Excel 2010), а также апробацией результатов исследований.

Основные результаты работы по теме диссертационного исследования представлены на международных и всероссийских научно-практических конференциях: «Повышение эффективности лесного комплекса» (Петрозаводск, 2017); «Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса России» (Благовещенск, 2017); «Современная экология: образование, наука,

практика» (Воронеж, 2017); «Лесная наука Казахстана: достижения, проблемы и перспективы развития» (Щучинск, 2017); «Актуальные проблемы экологии и природопользования в современных условиях» (Киров, 2017); 81-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (Минск, 2017); «Состояние и перспективы развития лесного хозяйства» (Омск, 2017); «Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики» (Екатеринбург, 2017); «Научное творчество молодежи - лесному комплексу России» (Екатеринбург, 2017, 2018, 2019); «Лесной комплекс: состояние и перспективы развития» (Брянск, 2017); «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул, 2018, 2019); «The latest research in modern science: experience, traditions and innovations» (North Charleston, 2018); «Студенческий научный форум – 2018» (Москва, 2018); «Перспективы развития техники и технологий в целлюлозно-бумажной и лесоперерабатывающей промышленности» (Екатеринбург, 2018); «Научные инновации – аграрному производству» (Омск, 2018); «Леса России: политика, промышленность, наука, образование» (Санкт-Петербург, 2018); «Лес – 2018» (Брянск, 2018); «Лесные ресурсы – Белорусское Полесье» (Гомель, 2018); «Актуальные вопросы биогеографии» (Санкт-Петербург, 2018); «Актуальные проблемы устойчивого развития лесного комплекса» (Алматы, 2018); «Трешниковские чтения – 2019: Современная географическая картина мира и технологии географического образования» (Ульяновск, 2019); «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» (Соленое Займище, 2019); «Актуальные проблемы профессиональной сферы в современном мире» (Екатеринбург, 2019); «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении, лесном хозяйстве и экологии» (Москва, 2019); Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения С.И. Леонтьева (Омск, 2019); «Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути

их решения» (Киров, 2019). Результаты работы также представлены на выставке «VI Московский международный салон образования» (Москва, 2019).

По материалам диссертации опубликовано 37 работ, в том числе 8 в журналах из списка ВАК и 3 работы в журналах, входящих в международные базы данных Scopus/Web of Science.

Благодарности. Диссертант выражает глубокую признательность канд. хим. наук Наталье Валентиновне Мариной за помощь в осуществлении лабораторных исследований, канд. с.-х. наук Андрею Андреевичу Григорьеву за помощь в осуществлении дендрохронологических исследований. Особая благодарность канд. с.-х. наук Любовь Павловне Абрамовой, канд. с.-х. наук Надежде Аркадьевне Кряжевских, канд. с.-х. наук Белову Леониду Александровичу, канд. с.-х. наук Морозову Андрею Евгеньевичу, канд. с.-х. наук Годовалову Геннадию Александровичу, д-ру биол. наук Павлу Александровичу Моисееву, д-ру биол. наук Виктору Андреевичу Мухину, д-ру биол. наук Евгению Владимировичу Колтунову за оказание консультативной помощи в исследованиях. Отдельная благодарность сотрудникам Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края, директору ГКУ «Чайковское лесничество» Салавату Фатиховичу Аглямому, сотрудникам ГКУ «Очерское лесничество», Индивидуальному предпринимателю Любовь Васильевне Калугиной, руководителю компании ООО «Омикрон» Решетникову Владимиру Аркадьевичу за оказание содействия в проведении исследований.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 213 страницах машинописного текста, состоит из введения, 6 глав основного текста, заключения и рекомендаций производству, списка литературы и 8 приложений. Библиографический список включает 264 наименования, в том числе 27 на иностранных языках. Текст диссертации содержит 66 таблиц, 52 рисунка, 14 формул и уравнений.

ГЛАВА 1. ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

1.1. Физико-географическое положение

Пермский край находится в центре России, далеко от морей и океанов. Общая площадь региона составляет свыше 160 тыс. км².

Пермский край расположен на границе Европы и Азии, на стыке Русской равнины с Уральскими горами. Максимальная протяженность территории края с севера на юг – 655 км, с запада на восток – 417,5 км.

На севере Пермский край граничит с Республикой Коми, на востоке – со Свердловской областью, на западе – с Кировской областью и Республикой Удмуртия, на юге – с Республикой Башкортостан (Основные положения..., 2000; Атлас Пермского края, 2012).

Зона хвойно-широколиственных лесов занимает южную часть Пермского края, включает в себя лесной район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации и охватывает Кишертское (частично), Куединское, Кунгурское (частично), Октябрьское, Осинское, Очерское, Пермское (частично) и Чайковское лесничества (рис. 1.1) Общая площадь зоны хвойно-широколиственных лесов в пределах Пермского края составляет 16 301,25 км² (Об утверждении Перечня..., 2014).

1.2. Климат

Климат на территории зоны хвойно-широколиственных лесов Пермского края умеренно-континентальный. Времена года характеризуются влажной прохладной осенью, сравнительно коротким теплым летом, довольно продолжительной холодной зимой, поздней прохладной и сравнительно сухой весной (Агроклиматический справочник, 1959; Шкляев, Балков, 1963; Основные положения..., 2000; Атлас Пермского края, 2012).

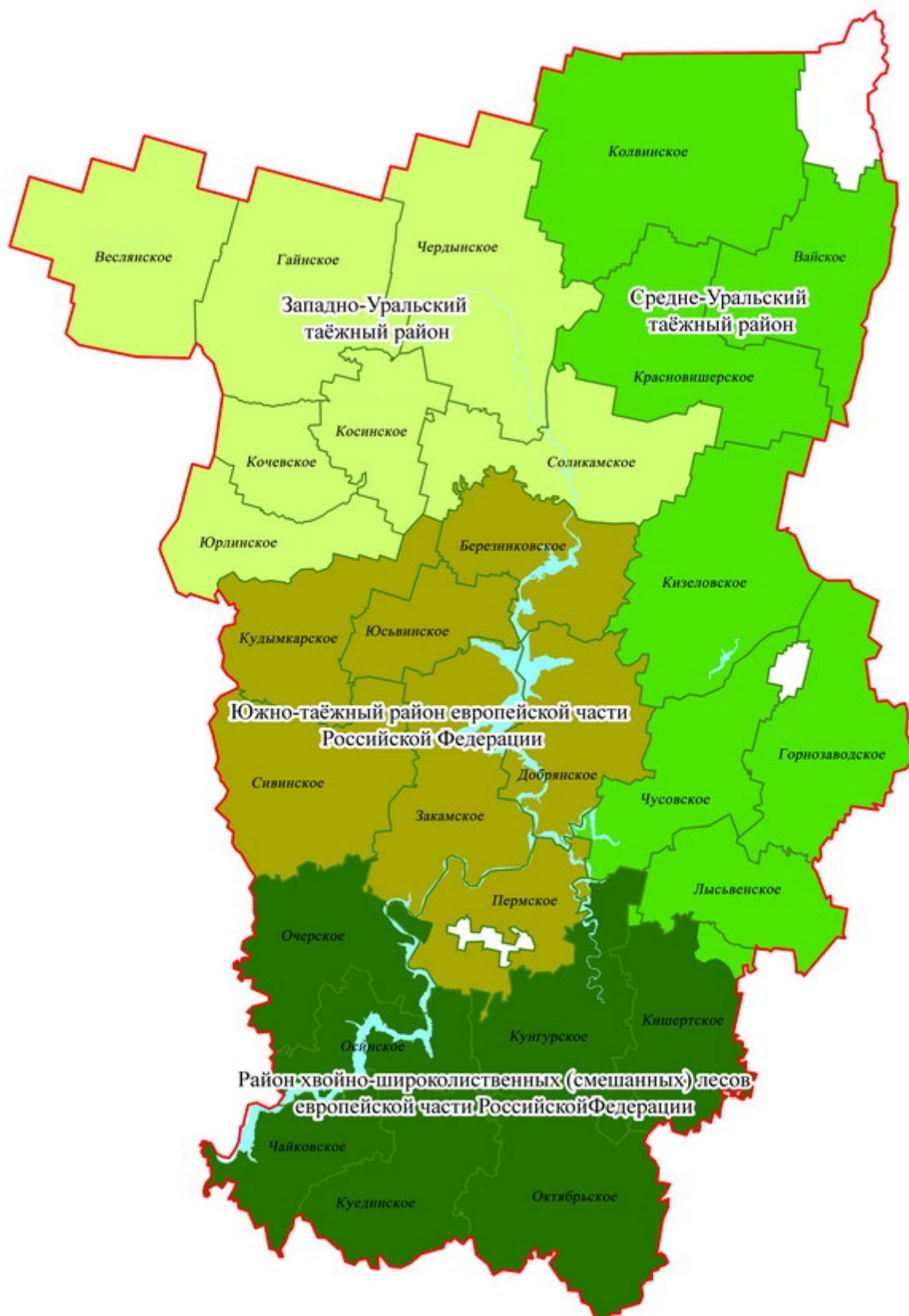


Рисунок 1.1. – Карта-схема лесных районов Пермского края (Источник: Лесной план Пермского края на 2018-2027 годы); М 1: 3 250 000

На резкие температурные изменения и атмосферные осадки оказывает большое влияние атмосферная циркуляция, вызываемая вторжением холодных арктических масс воздуха в теплое время года и вторжением теплых воздушных потоков с Атлантического океана в зимнее время. На климат района большое влияние оказывают Уральские горы и водохранилище Воткинской ГЭС. Так, Уральские горы являются барьером на пути западных ветров, несущих влагу с Атлантики, и восточных, несущих холодные массы воздуха с Сибири, Воткинское же водохранилище в свою очередь создает влажный микроклимат.

По данным многолетних наблюдений (Основные положения..., 2000) установлено, что самым холодным месяцем является январь со среднемесячной температурой воздуха $-15,5^{\circ}\text{C}$, а самым теплым – июль со среднемесячной температурой $+18^{\circ}\text{C}$ (рис. 1.2).

В температуре воздуха наблюдаются значительные колебания: в теплые месяцы года температура воздуха может опускаться ниже 0°C , в холодные – повышаться выше 0°C .

Вегетационный период в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края продолжается в среднем 155-165 дней. Начало и конец указанного периода проходят при среднесуточной температуре $+15^{\circ}\text{C}$.

Влагообеспеченность территории достаточная: в среднем за год выпадает около 500 мм осадков (рис. 1.3). Наибольшее количество осадков выпадает летом. Половина осадков приходится на вегетационный период.

В южной части Пермского края преобладают юго-западные, южные и западные ветра (рис. 1.4).

В целом климат указанного лесорастительного района благоприятен для ведения лесного хозяйства, и вполне благоприятен для успешного произрастания основных лесообразующих пород, в том числе и для произрастания ели. Однако, следует отметить, что в последние десятилетия наблюдается потепление климата (Шкляев, Шкляева, 2006), что может отрицательно влиять на жизнеспособность древесных растений.

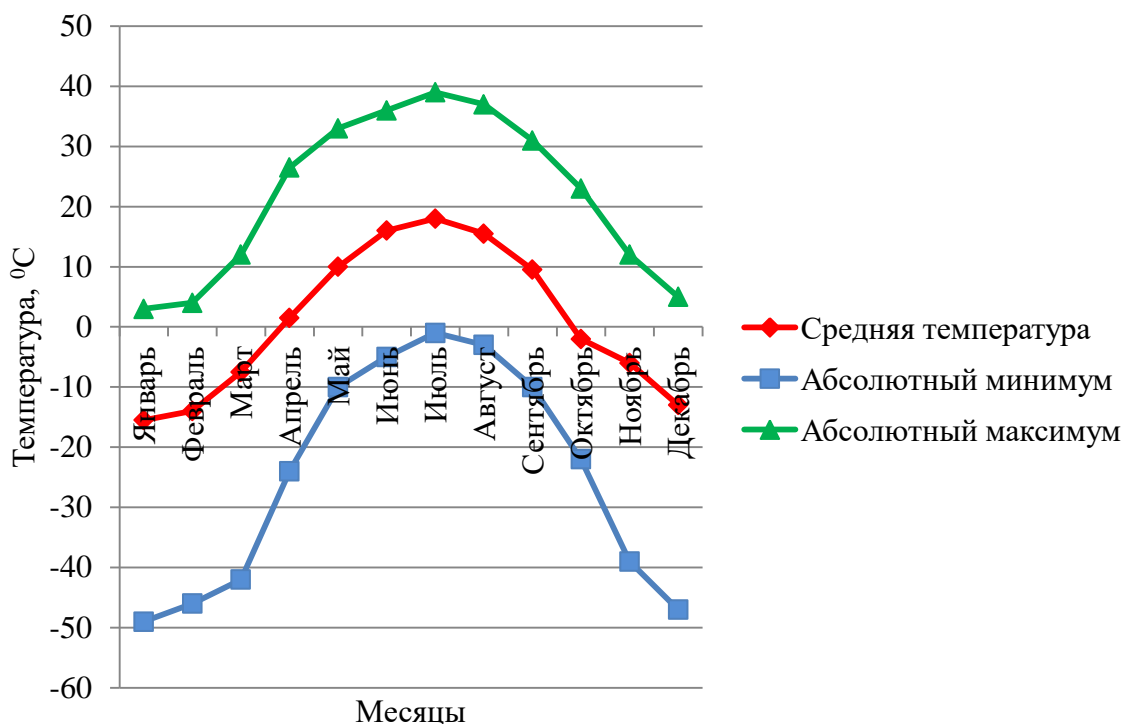


Рисунок 1.2. – Показатели температуры воздуха в районе исследований (Основные положения..., 2000)

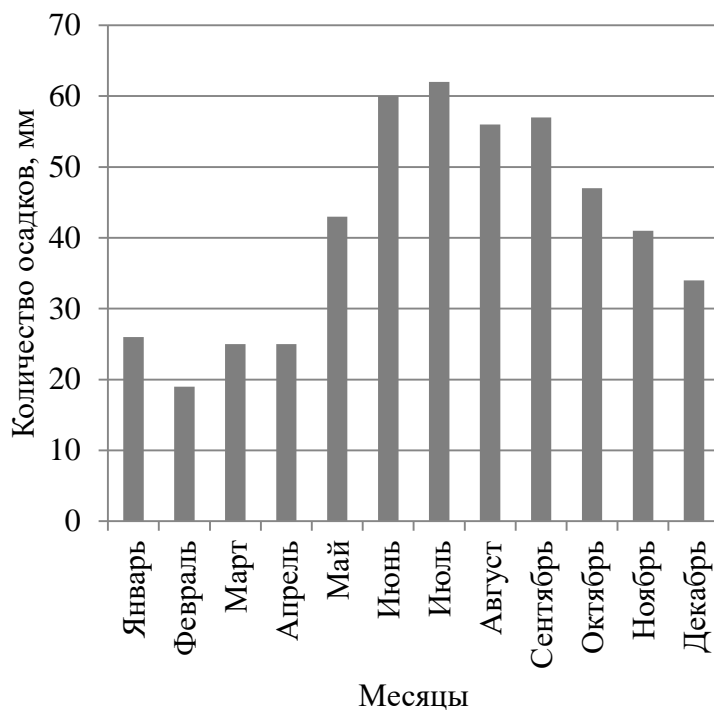


Рисунок 1.3. – Ежемесячное количество осадков в районе исследований (Основные положения..., 2000)

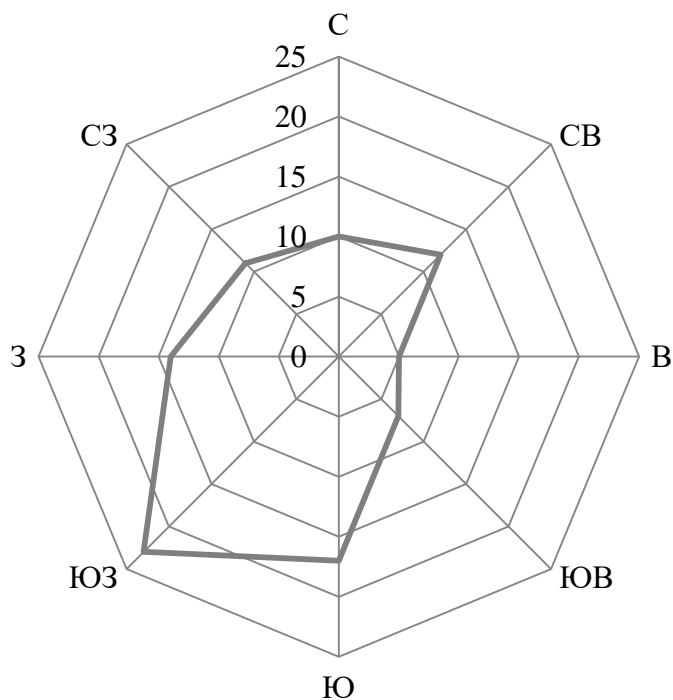


Рисунок 1.4. – Роза ветров района исследований (Основные положения..., 2000)

Наряду с этим имеются климатические факторы, отрицательно влияющие на рост и развитие древесной растительности:

1. Низкие температуры в вегетационный период, а также ранние осенние заморозки повреждают листья (хвою), ветви и цветы древесно-кустарниковых пород, что отрицательно влияет на их текущий прирост, пчелиный медосбор, опыление цветков, урожайность семян.

2. Понижение относительной влажности в сочетании с жаркой погодой в мае-июне резко влияет на снижение приживаемости культур.

1.3. Рельеф и почвы

Территория зоны хвойно-широколиственных лесов Пермского края расположена на восточной окраине Русской равнины, в Западном Предуралье. Рельеф территории увалисто-всхолмленный, с отметками высот от 130 до 200 м, пересеченный сетью заросших логов, долин. Однако, в верховьях рек Тулва, Пизь,

Сайгатка, Ошья имеются возвышения, достигающие около 300 м над уровнем моря (Коротаев, 1962; Атлас Пермского края, 2012). Водоразделы имеют различную крутизну склонов. В пониженных местах встречаются верховые болота.

Лесные массивы, как правило, расположены по холмообразным возвышениям, некрутым балкам и логам.

Юго-западная и центральная части Пермского края в отношении почвенного покрова относятся к зоне дерново-подзолистых почв, к подзоне дерново-подзолистых почв. Юго-восточная часть региона относится к почвенной зоне Кунгурской лесостепи. В границах зоны хвойно-широколиственных лесов в подзоне дерново-подзолистых почв выделено 4 почвенных района, в зоне Кунгурской лесостепи – 1 почвенный район и 3 подрайона (Коротаев, 1962).

Очерский и отдельные участки Чагинского районов Пермского края расположены в Чагинско-Очерском районе дерново-средне- и сильноподзолистых почв разного механического состава с пятнами почв дерново-слабоподзолистых и коричнево-бурых. Этот почвенный район характеризуется сильной пестротой механического состава почв. Почвообразующими породами являются элювии отложений красноцветных глин, мергелей, серых слабоизвестковых песчаников. Наиболее распространены в районе среднесуглинистые дерново-сильно- и среднеподзолистые почвы (Коротаев, 1962).

Южная часть региона, за исключением Чайковского района и Кунгурской лесостепи относится к Осинско-Оханско-Пермскому району дерново-средне-, слабо- и сильноподзолистых тяжелосуглинистых почв. Почвообразующими породами являются элювиально-делювиальные известковые желто-бурые глины и тяжелые суглинки. Самые распространенные почвы указанного района – дерново-средне- и сильноподзолистые. На склонах образовались дерново-бурые, коричнево-бурые почвы. В границах указанного района отдельно выделен Куединско-Уинский подрайон дерново-среднеподзолистых, светло-серых лесостепных оподзоленных и коричнево-бурых почв тяжелого механического

состава. Этот подрайон характеризуется значительной пестротой почв (Коротаев, 1962).

Фокинский район песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почв включает в себя Чайковский район, а также западные части Куединского и Еловского районов. В указанном районе преобладают песчаные и супесчаные дерново-среднеподзолистые почвы. В лесах сформировались песчаные дерново-сильноподзолистые почвы (Коротаев, 1962).

В Асовско-Кишертско-Лысьвенский район дерново-подзолистых почв разного механического состава с пятнами дерново-карбонатных почв входят часть Кишертского и Кунгурского районов. Материнскими почвообразующими породами являются элювии известняков, доломитов, сланцевых глин, а также некарбонатные желто-бурые глины. В связи с неоднородностью почвообразующих пород сформировались почвы различного механического состава. Доминируют дерново-средне-подзолистые суглинистые, реже супесчаные почвы. Встречаются также дерново-слабоподзолистые тяжелосуглинистые, дерново-карбонатные тяжелосуглинистые и дерново-сильноподзолистые суглинистые почвы (Коротаев, 1962).

К почвенной зоне Кунгурской лесостепи относятся Октябрьский, Ординский, Суксунский, а также частично Чернушинский, Куединский, Кишертский, Уинский, Кунгурский районы Пермского края. Преобладающими почвами в указанной почвенной зоне являются оподзоленные черноземы, темно-серые и светло-серые тяжелосуглинистые лесостепные почвы, дерново-подзолистые почвы. Наименее распространены дерново-карбонатные почвы. Указанные почвы характеризуются высоким плодородием (Коротаев, 1962; Вологжанина, 2005).

Таким образом, в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края преобладают дерново-средне- и сильноподзолистые почвы. В целом почвенные условия благоприятны для произрастания еловых лесов.

1.4. Гидрологические условия

Гидрологические условия района расположения объекта исследований относятся к бассейну р. Кама. Южная часть региона характеризуется довольно густой гидрографической сетью. Это определяет хорошую дренированность почв.

Все реки по своему характеру относятся к равнинным, характеризуются весной бурными разливами, а летом – мелководьем.

Наиболее крупными реками являются Кама, Пизь, Ножовка, Тулва, Буй, Тюй, Барда, Уяс, Тюш, Сива, Очёр, Тунтор и Пизьма. Их характеристика представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1. – Характеристика крупнейших рек района исследований

Название реки	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Уклон реки, м/км	Устье
Кама	1805	507 000	0,11	Волга
Пизь	151	2 210	-	Буй
Ножовка	27	142	-	Кама
Тулва	118	3 530	0,8	Кама
Буй	228	6 530	0,4	Нижнекамское водохранилище
Тюй	193	3 700	0,5	Уфа
Барда	209	1 970	0,8	Сылва
Уяс	27	-	-	Ирень
Тюш	34	-	-	Ирень
Сива	206	4 870	0,4	Кама
Очёр	82	1 216	-	Кама
Тунтор	53	642	-	Тулва
Пизьма	27	318	-	Кама

Для судоходства пригодна только Кама. Однако остальные реки имеют огромное значение для сельского хозяйства и местного населения. Питание рек происходит за счет атмосферных осадков и грунтовых вод, выходящих на поверхность в виде родников и ключей.

Наиболее крупным искусственным водным объектом в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края является Воткинская ГЭС, созданная на

реке Кама и имеющая общую площадь 1120 км². Имеется также множество мелких водохранилищ.

Уровень грунтовых вод района исследований варьирует от 0,2 до 15 м от поверхности земли, причем близкое к поверхности залегание их наблюдается по долинам рек, глубокое – на высоких водоразделах.

Заболоченность территории не превышает 1 %, при этом преобладают верховые болота. Встречающиеся заболоченные участки относятся к типу мелких сфагновых или осоковых болот.

На территории Очерского лесничества имеется несколько прудов: Очерский, Павловский, Дубровский, Юго-Камский, Уваровский.

Крупных озер в южной части Пермского края не имеется.

В местах с залеганием тяжелосуглинистых и глинистых почв воды летних осадков задерживаются у земной поверхности, улучшая водный режим лесных площадей, способствуя росту лесной растительности, а в понижениях создаются условия для заболачивания почв.

На территории зоны хвойно-широколиственных лесов гидролесомелиоративные работы не проводились, и гидролесомелиоративных систем нет (Основные положения, 2000; Атлас Пермского края, 2012).

Таким образом, гидрологические условия благоприятны для произрастания еловых древостоев.

1.5. Лесная растительность

Площадь земель лесного фонда, расположенных в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края, составляет 1619,83 тыс. га. Из них площадь, покрытая лесной растительностью, составляет 1546,49 тыс. га. Общий запас древесины – 266846 тыс. м³. Лесистость территории варьирует от 31,0 (Чернушинский район) до 60,4 % (Октябрьский район) (Лесной план..., 2018).

Для зоны хвойно-широколиственных лесов Пермского края характерна сложная структура, сосуществование бореальных и неморальных видов в

древостое и преобладание последних в подлеске (Овеснов, 1997, 2009; Шкараба и др., 2012).

На территории района исследований произрастают смешанные леса с преобладанием ели европейской (*Picea abies* (L.) Н.Карст.) в составе древостоев. Леса с участием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* (L.)) приурочены главным образом к песчаной террасе р. Кама. Леса, состоящие из мягколиственных пород, произрастающие на резко выраженных склонах, являются производными сложных сосновых лесов. Небольшие участки заняты широколиственными лесами, состоящими из дуба черешчатого (*Quercus robur* (L.)), клена остролистного (*Acer platanoides* (L.)) и вяза гладкого (*Ulmus laevis* (Pall.)). Значительно развит подлесок, в составе которого произрастают жимолость обыкновенная (*Lonicera xylosteum* (L.)), крушина ломкая (*Frangula alnus* (Mill.)), бузина сибирская (*Sambucus sibirica* (Nakai)), роза майская (*Rosa majalis* (Herrm.)), малина обыкновенная (*Rubus idaea* (L.)), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* (L.)), ива козья (*Salix caprea* (L.)).

Древостои с преобладанием липы мелколистной (*Tilia cordata* (Mill.)) в составе древостоев сосредоточены преимущественно в южной части зоны. Наиболее распространены липняки с примесью ели и пихты и значительным участием широколиственных пород. В формировании подлеска таких лесов участвуют бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosus* (Scop.)), волчник обыкновенный (*Daphne mezereum* (L.)), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* (L.)).

В долинах рек развиты ольховники. Преобладающим видом является ольха серая (*Alnus incana* (L.)). В этих же местообитаниях встречаются ивовые леса, древесный ярус которых составляют ива шерстистопобеговая (*Salix gmelinii* (Pall.)), ива трёхтычинковая (*Salix triandra* (L.)) и ива пятитычинковая (*Salix pentandra* (L.)) (Овеснов, 2009; Лесной план..., 2018).

Таким образом, в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края преобладают смешанные еловые насаждения.

Выводы

1. Район исследований расположен в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края, на границе Европы и Азии, на стыке Русской равнины с Уральскими горами.

2. Климат района исследований умеренно-континентальный, характеризуется значительными колебаниями температуры воздуха, достаточной влагообеспеченностью. В целом климат благоприятен для произрастания ели.

3. Рельеф южной части Пермского края увалисто-всхолмленный. В районе исследований преобладают дерново-средне- и сильноподзолистые почвы.

4. Южная часть Пермского края характеризуется развитой гидрографической сетью, равнинным характером рек и незначительной заболоченностью территории.

5. В зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края доминируют смешанные леса с преобладанием ели европейской. В южной части зоны распространены липняки с примесью ели и пихты. Небольшие участки занимают широколиственные леса.

ГЛАВА 2. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ УСЫХАНИЯ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Основной задачей современного лесоводства является выращивание высокопродуктивных устойчивых насаждений целевого породного состава. Для условий таежной зоны европейской части Российской Федерации еловые насаждения являются коренной лесной формацией, что свидетельствует о целесообразности их выращивания и нежелательности смены пород. Кроме того, обладая значительным приростом и запасами в возрасте спелости, еловые насаждения позволяют обеспечивать сырьем целлюлозно-бумажные и лесопильные предприятия.

К сожалению, в последние десятилетия в научной литературе довольно часто отмечаются случаи массового усыхания еловых насаждений (Маслов, 1972; 2010; Цветков, 2005; Манько и др., 2009; Бабурин, Мельникова, 2011; Сазонов, 2012; Ковалевич, Усеня, 2014).

Усыхание еловых насаждений наблюдалось и раньше. В странах Западной Европы хроника усыхания еловых древостоев в результате воздействия стволовых вредителей, в частности, ведется с 1473 г. (Skuhrahy, 2002). Период регистрации усыханий ельников в Восточной Европе составляет около 200 лет, поскольку первое упоминание о массовом усыхании ельников в данном регионе относится к началу XIX века (Маслов, 2010).

Анализ научной литературы и ведомственных материалов свидетельствует, что массовое усыхание происходит на территории всего ареала ели европейской. Есть данные (Цветков, 2005), что периодическая гибель еловых лесов имеет место в насаждениях ели сибирской (*Picea obovata* (Ledeb.)), а также на американском континенте, где произрастают другие виды ели (черная (*Picea mariana* (Mill.)), белая (*Picea glauca* (Moench)) и ситхинская (*Picea sitchensis* (Bong.))). В то же время в разных регионах периодичность массового усыхания ельников существенно различается. Для зоны хвойно-широколиственных лесов Восточной

Европы частота этого процесса составляет раз в 20-25 лет, а в таежной зоне – раз в 100 лет (Маслов, 2010; Сазонов, 2013).

Особо следует отметить, что сценарий современного усыхания еловых древостоев в значительной степени отличается от случаев, описанных в отечественной и зарубежной литературе (Маслов, 1972; 2010; Воронцов, 1978; Федоров, Сарнацкий, 2001; Сарнацкий, 2009; Сазонов, 2013). В частности, в Республике Беларусь, по данным А.А. Сазонова (2013), усыхание еловых древостоев протекает практически непрерывно. Даже в так называемые «периоды относительной стабильности» усыхание деревьев не прекращается, а его объем варьирует в масштабах республики от нескольких десятков до нескольких сотен тысяч кубометров в год.

Усыхание наблюдается практически непрерывно на протяжении 20 лет (1993-2012 гг.). При этом фактические потери еловой древесины за указанный период по причине массового усыхания в масштабах республики можно оценить в 30 млн. м³, или около 1,5 млн. м³ в год.

Необходимо отметить, что протяженность периодов между волнами усыхания сократилась до 1-5 лет. В целом же, анализируя ситуацию с усыханием ельников в Республике Беларусь за последние 20 лет, можно отметить, что она не соответствует термину «периодическое массовое усыхание», а больше может быть охарактеризована как «перманентное усыхание». Учитывая огромные масштабы усыхания еловых лесов, напрашивается вопрос – не является ли периодическое разрушение экосистем еловых лесов их специфическим свойством, обусловленным эволюционно и биологически.

Анализируя вышеизложенное, следует отметить, что до настоящего времени нет единого мнения о причинах усыхания. Так, В.В. Сарнацкий (2009) отмечает, что в научной литературе описано более 170 гипотез о причинах усыхания ели. А.А. Сазонов с соавторами (2014) утверждает, что причинами массового усыхания ельников в Белоруссии за период с 1996 по 2012 гг. является стресс, вызванный изменением климата, а также факторы, обусловленные хозяйственной деятельностью и патологические процессы, вызванные грибами и

насекомыми. Авторы отмечают, что в насаждениях ели европейской (*Picea abies* (L.)), произрастающих на границе ареала, особенно в искусственных, распад древостоев начинается в 50-60 лет.

В частности, в результате сплошнолесосечных рубок в период Великой Отечественной войны и после победы образовались огромные площади вырубок (Багинский, Есимчик, 1996; Янушко, 2001), на которых впоследствии сформировались еловые насаждения упрощенной структуры, чистые по составу древостоев, относящихся к одному возрастному поколению. При достижении возраста 50 лет данные древостои вступили в «группу риска» и в них появилось большое количество деревьев, потенциально подверженных усыханию при наступлении критических условий. Если учесть, что еловые леса Беларуси произрастают на южной границе бореальной части ареала ели европейской, то становится понятным максимальное воздействие на них неблагоприятных климатических факторов, а также многих патогенных процессов, вызванных заболеваниями и вредителями.

Необходимо отметить, что последнее массовое усыхание ельников Беларуси началось в 1993 г. и протекает на фоне глобального потепления климата, которое отмечается на территории республики с 1988 г. (Логинов, 1992; Изменение климата ..., 2003). Именно глобальное изменение климата, а также сопровождающееся с этим массовое размножение стволовых вредителей, по мнению большинства современных ученых (Замолодчиков, Краев, 2016; Mezei et al., 2017; Jönsson, Lagergren, 2018; Ivantsova et al., 2019), является основной причиной усыхания ельников.

В то же время А.М. Межибовский (2015), опровергая высказанные предположения, отмечает, что при произрастании в условиях, соответствующих ели европейской, она сохраняет устойчивость в возрасте 140 и более лет. О чем свидетельствуют работы К.Ф. Тюрмера (1993). При этом высокопроизводительные насаждения ели европейской старше 100 лет, как естественного, так и искусственного происхождения описаны в регионах, расположенных значительно дальше на восток, чем усохшие ельники Белоруссии.

Усыхание 50-60 - летних искусственных еловых насаждений А.М. Межибовский объясняет созданием лесных культур в несоответствующих ели европейской лесорастительных условиях, в частности в сосняках брусничных (Юркевич, 1965). В качестве основной причины усыхания он называет зараженность почвы корневой губкой (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.), а в качестве меры по повышению устойчивости создаваемых насаждений рекомендует проверку почвы на зараженность корневой губкой при создании лесных культур. Для проверки А.М. Межибовским (2015) рекомендуется методика, разработанная в 2011 г. в Институте леса Национальной академии наук Беларуси О.Ю. Барановым и В.Е. Падутовым.

А.Д. Маслов (1972; 2010; 2011; 2014) отмечает, что усыхание еловых насаждений неразрывно связано с массовым размножением короеда-типографа. При этом возникновение и расширение очагов массового размножения короеда-типографа определяется, в свою очередь, территорией распространения засухи. Расширение очагов усыхания, кроме того, обусловлено несвоевременностью уборки заселенных короедом-типографом деревьев. Так, в июне 2013 г., по данным А.Д. Маслова (2014), в Московской области очаги короеда-типографа были зафиксированы на площади более 40 тыс. га, а площадь насаждений, где были проведены санитарные рубки, не превышала 2 тыс. га.

Особенно наглядно проявилась связь разрастания очагов короеда-типографа с наличием расстроенных еловых насаждений после природных катаклизмов 2010 г. Так, по данным ФГУ «Рослесзащита», в июне 2010 г. сплошные ветровалы привели к гибели лесов на площади более 120 тыс. га, а с учетом слабой и средней степени поражения более 300 тыс. га. В июле и августе прошли новые ураганы. Кроме того, в статистическую отчетность не попали слабые ветровальные повреждения, которые особенно губительны для ельников в засушливые годы, поскольку именно в таких насаждениях происходит накопление численности короеда-типографа (Маслов, 2011).

Помимо ветровальников по данным на 2 августа 2010 г. в РФ действовало 580 лесных и торфяных пожаров. По официальным данным пройденная огнем

площадь превысила 500 тыс. га. Антициклон в центральном регионе удерживался более 50 дней. Температура воздуха не раз достигала 38 °С. Засуха не только ослабила еловые древостои, но и стимулировала распространение многих видов вредных организмов, особенно короеда-типографа в еловых лесах юга лесной зоны.

Логично, что указанные обстоятельства обусловили резкое увеличение численности короеда-типографа и заселение им даже относительно здоровых насаждений.

Усыхание ельников от короеда-типографа (*Ips typographus* (L.)), по мнению ряда ученых (Маслов, 1972; 2003; 2014; Ларина и др., 2012; 2013; Ковалевич, Усеня, 2014) – это естественный природный процесс, периодически наблюдающийся в зоне хвойно-широколиственных лесов. За последние 150 лет массовые пандемические размножения короеда-типографа 5 раз охватывали еловые леса Литвы, Калининградской области и районов европейской части до Волги, а в отдельные годы массовое усыхание ельников из-за размножения короеда-типографа фиксировались и в подзоне южной тайги.

Короед-типограф оказывает настолько значимое влияние на экосистемы, в том числе и на ландшафтном уровне, что его деятельность в определенных случаях меняет сложившийся привычный облик растительности (Власов и др., 2009; Власов, 2010; Селиховкин и др., 2010; Власов, Семакова, 2012). В европейских странах он многие годы считался основным вредителем и ему уделялось повышенное внимание. Последнее объясняется способностью короеда-типографа при определенных условиях давать вспышки массового размножения и приводить к гибели ослабленные деревья. Не случайно долгие годы планировались и проводились различные лесоводственные мероприятия по регулированию численности короеда-типографа. Однако в последние годы исследователи все реже говорят о типографе как о безусловном враге и пересматривают его роль в лесных экосистемах (Власов, Семакова, 2012).

В частности, в Финляндии (Schroeder, 2007) для увеличения количества отмирающих и погибших деревьев, привлекательных в том числе и для

насекомых, предусмотрены следующие способы: оставление высоких пней при различных видах рубок; оставление одиночных деревьев при сплошнолесосечных рубках, приводящее к увеличению вероятности ветровала; оставление отмерших и отмирающих деревьев после естественных нарушений (ветровалов и пожаров); увеличение оборота рубки; механическое кольцевание деревьев при разреживании, когда уход за лесом сочетается с сохранением видового разнообразия насекомых.

М. Eriksson, S. Neuvonen и Н. Roininen (2007) считают, что при отсутствии вспышек массового размножения короеда-типографа в ветровальниках можно оставлять до 20 % ветровальных деревьев ели без риска увеличения количества заселенных растущих экземпляров.

Немецкие ученые (Müller et al., 2008) относят короеда-типографа к ключевым видам, то есть видам, имеющим непропорционально большое влияние на экосистемы по сравнению с их обилием или биомассой. При этом ученые из США и Канады считают (Negron et al., 2008), что короед-типограф является компонентом «здорового леса». Под определением «вредитель» авторы понимают организмы, которые препятствуют осуществлению планов человека по ведению хозяйства. Когда короеды заселяют большое количество деревьев, они считаются вредителями, а когда заселяют деревья на участках, где не ведется хозяйственная деятельность, они не являются вредителями, даже если приводят к гибели дерева в лесах, предназначенных для многоцелевого использования. Другими словами, в последнем случае, они являются вредителями по отношению к одним полезностям леса и не являются таковыми по отношению к другим. При этом ученые указанных стран отмечают, что причиной усыхания ельников является засуха (Berg et al., 2006). В Швейцарии причиной усыхания ели также считается засуха (Forster et al., 2008).

В России массовое усыхание еловых насаждений от короеда-типографа наблюдалось после засушливых лет конца 60-х – первой половины 70-х годов XX века (Матусевич, 2003), а затем продолжилось в большинстве областей. Так, с 1997 г. за пять последующих лет площадь очагов короеда-типографа увеличилась

в 17 раз. Особенно сильно пострадали Брянская, Костромская, Московская и Смоленская области (Маслов, 2003).

Причиной массового размножения вредителей явилось сочетание благоприятных для короеда-типографа факторов. В частности, сильные ветры обусловили формирование ветровальников и буреломников, а следовательно, кормовых ресурсов (Маслов, 2003; Мозолевская, Липаткин, 2003; Мозолевская, Липаткин, 2012). В 1974-1975 гг. вспышки очагов короеда-типографа объясняются массовыми пожарами 1972 г. Несвоевременная разработка горельников (Отчет ..., 1975; Отчеты Горьковской ..., 1976; Куприянов, 1995) обусловила резкое увеличение численности типографа. Особо следует отметить, что массовому размножению способствовали также благоприятные погодные условия.

Аналогичная ситуация характерна и для пригородных еловых насаждений г. Нижний Новгород (Клишина, Кузнецов, 2005), где вспышке короеда-типографа предшествовали низовые пожары 1998 года и ураган в 1999 г., когда произошло резкое увеличение ветровальных и буреломных деревьев. Несвоевременная уборка этих деревьев, по мнению Л.И. Клишиной и А.В. Кузнецова (2005), и привела к резкому увеличению численности короеда-типографа.

Проведение выборочных санитарных рубок также, к сожалению, не всегда ликвидирует проблему размножения короеда-типографа. Вызванное им снижение полноты древостоев и нарушение биоценологических связей отрицательно влияет на устойчивость еловых насаждений к неблагоприятным факторам внешней среды. Образующиеся при проведении выборочных санитарных рубок «окна» уже при размере 10x12 м могут привести к возникновению новых очагов типографа (Тихонов, Мусин, 2003).

Возможное влияние неправильной технологии лесосечных работ и рубок на усыхание ельников отмечали ученые в начале XX века. М.Д. Успенский отмечал, что в усыхающих ельниках нужно более целесообразно вести рубки (Протоколы..., 1903). П.П. Серебренников утверждал, что нужен более строгий научный подход к проведению сплошных и выборочных рубок, которые бы не

вызывали гибель насаждений, что необходимо изучить все детали закладки лесосек (Протоколы..., 1913; Серебренников, 1913). А.С. Рожков подчеркивал вредность для лесного хозяйства последствий выборочных рубок (Рожков, 1912). Он считал, что на лесосеках нужно вырубать либо все деревья, либо единичные деревья. Подобную точку зрения поддерживал и Н.А. Кузнецов (1912).

Усыхание ельников наблюдается не только в европейской части РФ и в европейских странах, но и в других регионах планеты. Ученые отмечают (Манько, Гладкова, 2001; Бабурин, Мельникова, 2011) массовое усыхание пихтово-еловых лесов на Дальнем Востоке. В конце 40-х годов огромные площади усыхания ели аянской (*Picea jezoensis* (Siebold; Zucc.) Carrière) отмечены в Южном Приморье, а в 50-х годах – в Хабаровском крае (Манько, 1987). В 60-х годах на Дальнем Востоке общая площадь усохших и усыхающих древостоев составила 5,5 млн га (Любарский, Соловьев, 1967, 1969).

С.А. Золотарев (1962) полагал, что основной причиной усыхания ельников является кратковременное, но резкое изменение питательного режима почвы, вызванное сокращением или повышением запасов влаги.

Одной из причин усыхания еловых лесов Сихотэ-Алиня называется низкое содержание в почве подвижных форм калия и фосфора (Майорова и др., 1982).

Исследования К.П. Богатырева (1956) показали, что ельники усыхают на всех почвах. По его мнению, усыхание еловых лесов обусловлено дефицитом влаги в корнеобитаемом слое почвы.

Б.Ф. Говоренков (1966) полагал, что причиной усыхания ели может выступать токсичность почв как следствие длительного произрастания темнохвойных лесов в одних и тех же местообитаниях.

Некоторые авторы (Калиниченко, 1972; Калиниченко, Москаев, 1975) причиной усыхания ели в лесах Уссурийского заповедника считают обрыв корней у деревьев в результате мерзлотного пучения почв на участках с неглубоким залеганием водоупорного горизонта и периодическим переувлажнением.

В.Д. Чернышев (1974) рассматривает усыхание ельников как результат несоответствия надземных и подземных органов растения, что обусловлено погодными условиями (промерзание почв, дефицит влажности воздуха).

Л.В. Любарский (1964) ведущей причиной усыхания ельников считал достижение этой породой возраста старения.

В.А. Розенберг (1950, 1955, 1956, 1961, 1963) и Б.П. Колесников (1956) основную причину усыхания еловых древостоев видели в воздействии резких изменений условий среды, приводящих к гибели высоковозрастных древостоев. Вследствие высокого возраста основное поколение ели теряет пластичность и не может приспособиться к резким изменениям условий среды. На перестойность насаждений как на главный фактор их усыхания указывал также В.П. Цуранов (1965, 1972).

Усыхание ельников Хабаровского края Г.А. Трегубов (1960) также связывал с засухами. По его мнению, устойчивость лесов к засухе определяется почвенными условиями: чем более гумусированы и менее оподзолены почвы, чем ниже их каменистость, тем выше их устойчивость к усыханию.

Исследования последних лет, выполненные на Дальнем Востоке (Максимова и др., 2019), показали, что причиной усыхания ельников нельзя считать естественное отмирание в связи с их «перестойностью». Наблюдается высокая связь усыхания с типами леса, при этом отмечается, что не только дефицит влаги является причиной гибели древостоев.

При этом некоторые авторы отмечают, что причиной усыхания является множество факторов, как внешних, так и внутриценотических. А.И. Куренцов (1950) считал важнейшими причинами усыхания биоценотические (среди которых первопричиной выступают вредные насекомые), эрозийные, эдафические (заболачивание почв) и вторичные (пожары и рубки). Ю.И. Манько (1984) определяющим внутриценотическим фактором усыхания елово-пихтовых древостоев считает волновую циклическую смену поколений древесных пород, при этом автор отмечает, что высокий возраст древостоя является главной, но не единственной причиной массового отпада елового элемента леса. Отмечается

(Неволин и др., 2005; Неволин и др., 2007), что явления деградации и гибели высоковозрастных еловых насаждений естественны и длятся, периодически повторяясь, в течение многих столетий. В частности, в междуречье Двины и Пинеги прослеживается полувековой цикл вспышек массового усыхания ельников, связанный со сложившимися процессами в космосе, определяющими климат на нашей планете.

В то же время Е.А. Сурина (2010), анализируя усыхание еловых древостоев в междуречье Северной Двины и Пинеги, отмечает, что поврежденные ельники сформировались после пожаров 270-летней давности. Верхний ярус представлен перестойными деревьями ели и в зависимости от их доли в составе древостоев усыхание имеет как дифференцированный, так и сплошной характер. В то же время усыхание перестойных деревьев обусловило молодому поколению ели интенсивный рост.

В то же время материалы исследований В.Ф. Цветкова (2005) свидетельствуют, что в начале XXI столетия в междуречье С. Двины и Пинеги произошло массовое усыхание старовозрастных ельников. Если в 2002 г. площадь очагов ориентировочно составляла 300-350 тыс. га, то в 2005 г. она превысила 1,5 млн. га. Особо следует отметить, что усохли преимущественно, так называемые, насаждения типичного климаксового характера, представляющие собой широко распространенную в европейской тайге категорию разновозрастных старовозрастных насаждений (Гусев, 1978). Древостои преимущественно среднеполнотные, с выраженной куртинной вертикальной сомкнутостью, характеризуются отчетливой разновозрастностью, но с неоднородным проявлением отдельных поколений. Возрастная структура древостоев позволяет выделить следующие возрастные категории деревьев (поколения): глубоко перестойные (220-260 и более лет); спелые и слабо перестойные (140-180 лет) и приспевающие (90-120 лет). По данным В.Ф. Цветкова (2005), усредненное соотношение между поколениями по количеству деревьев оценивается в среднем как 0,2 : 0,3 : 0,4 при довольно существенном изменении в пространстве.

Согласно действующим критериям оценки санитарного состояния (Мозолевская и др., 1984; Федоров, 1987 и др.), рассматриваемые массивы климаксовых ельников следует относить к категории лесов со средней и слабой степенью повреждения. Куртины усохших деревьев (пропорционально запасам стволовой древесины) составляют здесь от 7-10 до 40-45% от площади выделов.

Санитарно-лесопатологическое состояние насаждений в последние годы обвально ухудшается. Быстро нарастает доля деревьев V категории санитарного состояния («свежий сухостой»). Существенно, что наряду с гибелью старых деревьев отмечается повышенный отпад ели других возрастных поколений.

Из множества причин усыхания еловых насаждений в междуречье С. Двины и Пинеги, первое место отводится разного рода стрессам, т.е. факторам внешнего характера. К последним можно отнести изменение водного режима, вызванное дефицитом увлажнения (весенне-летние засухи) и положением уровня грунтовых вод. Указанными факторами, в частности, объясняются случаи массового усыхания еловых лесов в Кологривском уезде Костромской губернии (Матренинский, 1917), в Подмосковье (Тимофеев, 1939; 1944), на Северном Кавказе (Орлов, 1951), в Западном Предуралье (Ткаченко, 1955) и в Белорусском Полесье (Федоров, 1984). Причины массового усыхания еловых насаждений в междуречье С. Двины и Пинеги на сегодняшний день окончательно не установлены. Следует отметить только тот факт, что усыханию способствовала необычно высокая подверженность ельников воздействию сильных ветров и снеголому. В зиму 2002-2003 г. высота снежного покрова в междуречье достигала 1,4 м. Мокрый снег вызвал повреждение крон и слом вершин у наиболее крупных деревьев. Однако, вероятнее всего, были и еще какие-то факторы (стрессовые ситуации), которые привели к массовому ослаблению функций деревьев.

Ряд авторов первопричиной усыхания еловых насаждений считает активизацию вредителей леса из мира насекомых, а также вспышки грибных и бактериальных болезней (Шевырев, 1910; Щербин-Парфененко, 1963; Маслов и др., 1973; Воронцов, 1978; Катаев, Мозолевская, 1981; Федоров, 1984; Маслов и др., 2012).

В Чехии, согласно наблюдениям, причиной отмирания ельников могут выступать некрозы коры, вызываемые бактериями, и корневые гнили (Urošević, 1976).

В то же время некоторые ученые (Толмачев, 1954; Манько, 1967; Манько, Гладкова, 2001) связывают массовое усыхание ельников с естественными эволюционными (возрастными) перестройками лесных экосистем в многовековой их динамике.

В литературных источниках называются следующие причины ослабления защитных свойств ели и ее аномального усыхания: техногенное загрязнение среды произрастания; антропогенное нарушение водно-воздушного режима почвы; частичное периодическое разрушение озонового слоя планеты; влияние экстремальных погодных условий и жизнедеятельности фитопатогенных организмов, вредителей леса, развитие бактериальных, вирусных инфекций (неблагоприятное воздействие абиотических и биотических факторов); лесоводственные ошибки; биологические свойства ели, приобретенные в ходе эволюции растительного мира; генетическая изоляция, приводящая к недостаточной генетической изменчивости вида и низкой приспособляемости в условиях стрессовых ситуаций и др. (Маслов, 1972; Абражко, 1974; Schmidt-Vogt, 1977; Cramer, Cramer-Middendorf, 1984; Абражко В.И., Абражко М.А., 1993; Блинцов, 1998; Сарнацкий, 1998; 2007; 2009; 2013; Biologia ..., 1998; Федоров, 2000; Федоров, Сарнацкий, 2001; Манько, Гладкова, 2001; Разработать ..., 2009).

H.Schmidt-Vogt (1998) проанализировал более 2000 литературных источников, посвященных раскрытию причин аномального усыхания разных видов ели, различающихся по требовательности к основным экологическим факторам – влаге, теплу, почвенно-гидрологическим условиям произрастания. По мнению большинства авторов, массовое усыхание ельников имеет общебиологическое значение и характерно для всего ареала ели. Различаются лишь сценарии в динамике повреждения в зависимости от местоположения их произрастания в рельефе, возраста, состава и других лесоводственно-таксационных показателей древостоев. Особо подчеркивается, что совместное влияние

экологических и антропогенных стрессовых факторов определяет многообразие проявления ухудшения состояния лесов и усыхания деревьев на обширных территориях. Аналогичной точки зрения придерживаются многие исследователи и в XXI веке.

Пути минимизации ущерба от усыхания еловых древостоев сильно различаются. В частности, А.И. Ковалевич и В.В. Усеня (2014), исследуя массовое усыхание ельников в республике Беларусь, пришли к выводу, что минимизация ущерба и стабилизация состояния еловых насаждений могут быть обеспечены проведением комплекса лесохозяйственных и санитарно-оздоровительных мероприятий, направленных на снижение численности короеда-типографа за счет сокращения его кормовой базы.

Задача решается несколькими способами. При этом особое внимание уделяется своевременности проведения выборочных санитарных рубок и обработке заготовленной в процессе их проведения заселенной вредителями древесины инсектицидами.

При проведении сплошных санитарных рубок А.И. Ковалевич и В.В. Усеня (2014) считают нецелесообразным вырубку деревьев в буферной зоне вокруг очага шириной 60 м, поскольку вне зависимости от вырубленной буферной зоны процесс усыхания деревьев вокруг лесосеки через 1-3 месяца возобновляется. В то же время указанные авторы отмечают, что для экономической и экологической оптимизации сплошных санитарных рубок в еловых насаждениях нецелесообразно оставлять полосы зеленых насаждений ели между вырубленными участками при ширине полос менее средней высоты древостоя, поскольку последние теряют биологическую устойчивость.

В Брянской области массовое увеличение площади усыхания ельников отмечено в период 2009-2011 гг. (Клюев, 2012; Клюев, Шелуха, 2013). Исследования показали, что короед-типограф поражает среднеполнотные ельники с участием ели в составе древостоев от 5 до 7 единиц. Поражены насаждения преимущественно IV и V классов возраста. Похожие результаты исследований получены по Московской области (Малахова, Крылов, 2012): усыхают

насаждения V и VI классов возраста с полнотой 0,6-0,8, с долей ели в составе древостоев преимущественно от 6 единиц.

А.Д. Маслов (2014) к основным факторам, обуславливающим усыхание еловых лесов, относит:

- Старение лесов, особенно защитных, вызванное высоким возрастом рубки или задержкой в проведении рубок. Усыханию наиболее подвержены еловые древостои I-II классов бонитета с полнотой 0,7 и выше в возрасте 70-90 лет.

- Неблагоприятные погодные условия, прежде всего, засухи или продолжительные засушливые периоды.

- Патологические – развитие корневых и напенных гнилей и связанные с ними ветровальные повреждения ельников.

- Стволовые вредители и прежде всего короед-типограф. В обычные годы данный вредитель сохраняется на ветровале и буреломе. А в засушливые годы заселяет ослабленные недостатком влаги деревья ели.

- Хозяйственная деятельность – нарушение санитарных правил и технологии лесосечных работ при рубках ухода и рубках спелых и перестойных насаждений.

Комплекс факторов, оказывающих влияние на данную проблему, отмечают и Н.И. Лямцев с Е.Г. Малаховой (2013): засуха, короед-типограф, ветровалы и буреломы, неблагоприятный гидротермический режим, гнили, интенсивное антропогенное воздействие.

Против короеда-типографа широко используется микробиологический препарат «Боверин зерновой - БЛ». В институте леса Национальной академии наук Беларуси разработан способ автоинфицирования болезнетворными микроорганизмами массовых видов скрыто живущих стволовых вредителей еловых лесов. При этом насекомые привлекаются в ловушки с препаратом энтомопатогенного гриба. Зараженные спорами гриба насекомые, покидая ловушку, разносят инфекцию с последующим заражением других особей вредителя. Последнее способствует увеличению смертности в популяциях ксилофагов.

При планировании мероприятий по борьбе с короедом-типографом следует учитывать, что насекомые проявляют активность с 12 до 20 часов, при наличии в указанные сроки двух пиков (Skuhravy, 2002; Маслов, 2008; Кухта, 2010). Первый приходится на 13-14 часов, второй – на 15-17 часов. Лет короеда-типографа начинается в первую очередь в наиболее прогреваемых солнцем местах. В жаркие дни лет насекомых активизируется в 15-17 часов (Петренко, 1965), а с наступлением дождливой погоды лет жуков немедленно прекращается (Kuhm, 1949, цит. по Skuhravy, 2002).

Н.Л. Севницкая (2013) для снижения численности короеда-типографа и предотвращения массового усыхания еловых насаждений предлагает использовать естественных биологических регуляторов численности ксилофагов. Одним из них является энтомопатогенный гриб *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., который является обычным естественным врагом короеда-типографа.

Способ заключается в привлечении стволовых вредителей на феромон в ловушку с препаратом энтомопатогенного гриба, заражении насекомых спорами гриба и, при вылете из ловушки инфицированных насекомых, распространении инфекции по насаждению самими стволовыми вредителями. Способ автоинфицирования уже был испытан против других энтомовредителей, с которыми трудно бороться при помощи химических препаратов (Kreutz et al., 2004).

В настоящее время ведутся активные исследования по использованию указанного биологического метода для борьбы со стволовыми вредителями (Abbot, 1925; Коваль, 1984; Огарков Б.И., Огаркова Г.Р., 2000; Леднев и др., 2003; Крюков и др., 2007; Севницкая, 2013; Севницкая и др., 2013).

Решение проблемы развития массовых вспышек размножения короеда-типографа может быть достигнуто сокращением кормовой базы, т.е. своевременной уборкой ослабленных, ветровальных и буреломных деревьев. Общеизвестно (Тальман, Катаев, 1964; Воронцов и др., 1991; Клишина, Кузнецов, 2005), что ослабленные деревья выделяют терпены, аттрактивно действующие на короедов, способствующие успешному заселению ели ксилофагом. Данный факт

используется при выкладывании ловчих деревьев. В то же время вся древесина, оставляемая на хранение в лесу, с 1 мая по 1 сентября должна быть обработана против заражения ее стволовыми вредителями. До середины 90-х годов XX столетия для химической обработки древесины применялась 2-4% рабочая эмульсия 16% концентрата эмульсии гамма-изомера гексахлорана. Однако позднее он был запрещен и в настоящее время на постсоветском пространстве для борьбы со стволовыми вредителями и защиты неокоренной древесины рекомендуется 9 синтетических пиретроидов: анометрин, децис, карате, К-отек, рипкорд, сумиальфа, сумицидин, фастак, цимбуш с нормой расхода этих инсектицидов на 1 м² поверхности древесины для разных препаратов от 0,0005 до 0,02 литра (Блинцов, Кухта, 2002). Анализ эффективности указанных препаратов, выполненный А.И. Блинцовым и В.Н. Кухта (2002), показал, что после обработки круглой древесины препаратом карате и цимбуш новых заселений короеда-типографа не зафиксировано, но смертность личинок в опытных вариантах была практически равна их смертности в контроле. Последнее свидетельствует о необходимости продолжения исследований по установлению доз применяемых препаратов.

В последние годы, за редким исключением (Иванчина, 2016), работ по изучению усыхания еловых насаждений на территории Пермского края не проводилось.

В 70-е и 90-е годы проблема массового усыхания еловых насаждений на территории Пермского края изучалась Масловым А.Д. (2010). Согласно его сведениям, случаи массового усыхания еловых древостоев зафиксированы в 1973-1976 гг. и в 1990-1994 гг. на юго-западе края. В качестве причин автор называет неблагоприятные погодные условия (в 1972 году произошла засуха, в 1990 – ураган) и вспышки массового размножения короеда-типографа.

Выводы

1. В последние десятилетия в различных регионах нашей страны и за ее пределами наблюдается широкомасштабное усыхание еловых насаждений. В отличие от прошлых лет усыхание еловых насаждений из периодически повторяющегося превращается в «перманентное».

2. Усыхание имеет место как в искусственных монокультурах ели европейской, так и в старовозрастных климаксовых насаждениях.

3. Данные о причинах усыхания еловых насаждений противоречивы, что вызывает необходимость проведения исследований причин усыхания еловых насаждений и поиск путей повышения их устойчивости.

4. По мнению большинства современных ученых, причиной усыхания ельников является глобальное изменение климата, и сопровождающееся при этом размножение на ослабленных насаждениях ели короеда-типографа (*Jps typographus* (L.)).

5. Для предотвращения усыхания еловых насаждений должен быть реализован комплекс лесохозяйственных и санитарно-оздоровительных мероприятий.

6. Противоречивость данных о причинах усыхания ельников и эффективных способах предотвращения данного явления определило направление наших исследований.

ГЛАВА 3. ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

3.1. Программа работ

В соответствии с целью работы необходимо было изучить возможные факторы, которые могут оказать влияние на состояние и устойчивость еловых древостоев. Программа исследований предусматривала изучение следующих вопросов:

1. Изучение природно-климатических условий района исследований.
2. Обзор научной литературы по проблеме усыхания еловых насаждений.
3. Лесопатологическое обследование и определение санитарного состояния еловых древостоев в районе исследований.
4. Изучение истории усыхания ельников на исследуемой территории.
5. Выявление пространственной структуры усохших еловых насаждений.
6. Построение древесно-кольцевой хронологии для усохших еловых древостоев.
7. Изучение влияния типа леса и типа лесорастительных условий на устойчивость еловых древостоев.
8. Определение возраста древостоев с наличием очагов усыхания ели.
9. Установление влияния состава древостоев на устойчивость деревьев ели к усыханию.
10. Изучение влияния полноты еловых древостоев на их санитарное состояние.
11. Токсикологический анализ почв в очагах усыхания ели.
12. Рассмотрение роли болезней и стволовых вредителей в усыхании еловых древостоев.
13. Установление размера деревьев ели, подвергнувшихся усыханию.
14. Изучение влияния колебаний климата на устойчивость ельников.

15. Анализ обеспеченности очагов усыхания и свежих вырубок, пройденных сплошными санитарными рубками, подростом предварительной генерации.

16. Анализ эффективности проводимых санитарных рубок.

17. Разработка рекомендаций по повышению устойчивости еловых насаждений к усыханию.

3.2. Методика исследований

В основу исследований положен традиционный апробированный метод закладки пробных площадей (ПП). ПП закладывались в соответствии с требованиями ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки» и методическими рекомендациями (Анучин, 1982; Мозолевская и др., 1984; Агафонова и др., 2001; Об утверждении..., 2007).

Перед началом работ в каждом лесничестве изучались материалы лесоустройства, рабочая документация и космические снимки с целью обнаружения выделов с неудовлетворительным санитарным состоянием ели. При рекогносцировочном обследовании выбирались наиболее типичные части выдела с наличием сухостоя ели. Для контроля подобраны насаждения с отсутствием очагов сухостоя ели. Кроме того, подбирались лесные участки, пройденные рубками.

Каждая ПП ограничивалась в натуре с помощью буссоли Suunto KB14/360R визирами, а по углам закреплялась кольшками. Для измерения сторон ПП использовалась мерная лента длиной 50 м. Все ПП имели прямоугольную форму. Их размер зависел от среднего диаметра древостоя и определялся необходимым количеством деревьев главной породы (Бунькова, 2011). Определялись географические координаты каждой ПП с помощью JPS навигатора марки GARMIN.

На каждой ПП выполнялся следующий перечень работ:

- визуально определялся тип леса по классификационной схеме групп типов леса и типов лесорастительных условий Пермского края.

- определялся диаметр каждого дерева на высоте 1,3 м с помощью мерной вилки Haglof;

- измерялись высоты у 20-30 деревьев главной породы и у 3-5 сопутствующих с помощью высотомера Suunto PM-5;

- были накручены керны у живых и сухих деревьев главной породы по 15-20 образцов в каждой категории состояния в районе корневой шейки с помощью возрастного бурава Haglof;

- определялось санитарное и лесопатологическое состояние каждого дерева.

При определении типа леса и типа лесорастительных условий использована доработанная лесоустройством для Пермского края классификационная схема (Основные положения..., 2000; Залесов и др., 2017). Фрагмент схемы, включающий типы леса, представленные в пределах ПП, показан в приложении 1.

В ходе камеральной обработки полевых данных получены лесоводственно-таксационные показатели древостоев ПП (приложение 2). Для этого использованы общеизвестные в лесной таксации методы и формулы (Нагимов и др., 2010). Карта-схема расположения ПП представлена в приложении 3.

Категория санитарного состояния каждого дерева определялась в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2017 г. № 607 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах» по шкале, представленной в таблице 3.1.

Каждой категории санитарного состояния был присвоен балл в соответствии с представленной выше шкалой. Затем определялся средневзвешенный балл санитарного состояния для породы ель по формуле 3.1 (Об утверждении..., 2015):

$$K_{\text{ср.}} = (P_1 \times K_1 + P_2 \times K_2 + \dots + P_n \times K_n) / 100 \quad (3.1)$$

где $K_{\text{ср.}}$ – средневзвешенный балл санитарного состояния породы;

P_i – доля запаса древесины ели в каждой категории состояния, %;

K_i – балл категории санитарного состояния.

Таблица 3.1. – Шкала категорий состояния деревьев

Балл и категория состояния деревьев	Внешние признаки деревьев	
	хвойные	лиственные
1 – здоровые (без признаков ослабления)	крона густая (для данной породы, возраста и условий местопроизрастания); хвоя (листва) зеленая; прирост текущего года нормального размера	
2 – ослабленные	крона разреженная; хвоя светло-зеленая; прирост уменьшен, но не более чем наполовину; отдельные ветви засохли	крона разреженная; листва светло-зеленая; прирост уменьшен, но не более чем наполовину; отдельные ветви засохли; единичные водяные побеги
3 – сильно ослабленные	крона ажурная; хвоя светло-зеленая, матовая; прирост слабый, менее половины обычного; усыхание ветвей до 2/3 кроны; плодовые тела трутовых грибов или характерные для них дупла	крона ажурная; листва мелкая, светло-зеленая; прирост слабый, менее половины обычного; усыхание ветвей до 2/3 кроны; обильные водяные побеги; плодовые тела трутовых грибов или характерные для них дупла
4 – усыхающие	крона сильно ажурная; хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая; прирост очень слабый или отсутствует; усыхание более 2/3 ветвей	крона сильно ажурная; листва мелкая, редкая, светло-зеленая или желтоватая; прирост очень слабый или отсутствует; усыхание более 2/3 ветвей
5 – свежий сухостой	хвоя серая, желтая или красно-бурая; кора частично опала	листва увяла или отсутствует; ветви низших порядков сохранились, кора частично опала
5_а – свежий ветровал	хвоя зеленая, желтая, красно-бурая; кора обычно живая, ствол повален или наклонен с обрывом более 1/3 корней	листва зеленая, увяла, либо не сформировалась; кора обычно живая, ствол повален или наклонен с обрывом более 1/3 корней
5_б – свежий бурелом	хвоя зеленая, серая, желтая или красно-бурая; кора ниже слома обычно живая, ствол сломлен ниже 1/3 протяженности кроны	листва зеленая, увяла, либо не сформировалась; кора ниже слома обычно живая, ствол сломлен ниже 1/3 протяженности кроны
6 – старый сухостой	живая хвоя (листва) отсутствует; кора и мелкие веточки осыпались частично, полностью; стволовые вредители вылетели; в стволе мицелий дереворазрушающих грибов, снаружи плодовые тела трутовиков	
6_а – старый ветровал	живая хвоя (листва) отсутствует; кора и мелкие веточки осыпались частично или полностью; ствол повален или наклонен с обрывом более 1/3 корней; стволовые вредители вылетели	
6_б – старый бурелом	живая хвоя (листва) отсутствует; кора и мелкие веточки осыпались частично или полностью; ствол сломлен ниже 1/3 протяженности кроны; стволовые вредители выше места слома вылетели; ниже места слома могут присутствовать: живая кора, водяные побеги, вторичная крона, свежие поселения стволовых вредителей	
7 – аварийные	деревья со структурными изъянами (наличие дупел, гнилей, обрыв корней, опасный наклон), способными привести к падению всего дерева или его части и причинению ущерба населению или государственному имуществу и имуществу граждан	

Оценка санитарного состояния древостоев выполнена по Б.И. Ковалеву (1993). При средневзвешенном балле санитарного состояния до 1,5 древостой оценивался как здоровый, при значении от 1,6 до 2,5 – ослабленный, от 2,6 до 3,5 – сильно ослабленный, от 3,6 до 4,5 – усыхающий, свыше 4,5 – погибший.

Оценка лесопатологического состояния насаждений проводилась по общепринятым методикам (Мозолевская и др., 1984; Мозолевская и др., 1991; Чернышев, 1996; Маслов и др., 2000; Семенкова, Соколова, 2003; Методы мониторинга..., 2004; Маслов и др., 2006; Авдеев, 2014).

Основные поражения деревьев ели (фаутные признаки), а также болезни описывались при визуальном осмотре деревьев. Учитывались следующие фауты и болезни: двувершинность, наклон и искривление ствола, морозобойные трещины, некрозы, язвенный рак, механические повреждения ствола, однобокая крона, ажурная крона, смолоподтеки, ведьмины метла, плодовые тела грибов, дупел.

Встречаемость (распространенность) фаутных признаков – это отношение количества поврежденных деревьев к общему количеству деревьев на пробной площади, выраженное в процентах. Встречаемость рассчитывалась по формуле 3.2 (Мозолевская и др., 1984):

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \quad (3.2)$$

где P – распространенность (встречаемость) фаутного признака, %;

n – количество пораженных растений, шт.;

N – общее количество учтенных растений, шт.

Заселенность древостоя стволовыми вредителями определялась за счет визуального осмотра деревьев при их перечеке на ПП. По оставленным на стволе дерева следам, а также по сохранившимся под корой личинкам и погибшим насекомым определялся вид стволового вредителя с помощью различных справочников и определителей (Ильинский, 1962; Храмцов, Падий, 1965; Аверкиев, 1984; Ижевский и др., 2005). Для оценки степени заселенности

древостоя стволовыми вредителями на ПП для каждой категории состояния деревьев определялась доля заселенных (отработанных) стволовыми вредителями деревьев (в % на ПП).

На некоторых ПП, кроме вышперечисленных, выполнялись следующие виды работ:

- закладка учетных площадок с целью изучения предварительного естественного лесовосстановления;
- отбор образцов древесины с живых и усохших деревьев ели с целью построения древесно-кольцевой хронологии;
- прикопки с целью получения почвенных образцов.

Для оценки состояния и устойчивости молодого поколения леса изучалось естественное лесовосстановление методом учетных площадок (Нестеров, 1949; Побединский, 1966; Инструкция..., 1983; Бунькова и др., 2011; Тихонов, 2011). Размер учетных площадок устанавливался 2x2 м. Располагались они по диагонали, количество их варьировало от 15 до 25 штук на каждой ПП. На каждой учетной площадке определялась порода каждого деревца, его высота и жизненное состояние. Кроме того, учитывался самосев. По количеству растений каждой породы определялся состав подроста.

Возраст подроста ели, пихты и лиственных пород устанавливался путем подсчета годовых колец на срезах растений у шейки корня. В каждой группе высот отбиралось по 5 модельных растений. У подроста сосны возраст определялся по мутовкам. Средний возраст устанавливался по каждой группе высот как среднее арифметическое значение возрастов модельных растений.

По высоте подрост подразделялся на три категории (Об утверждении..., 2019): до 0,5 м – мелкий, от 0,6 до 1,5 м – средний, свыше 1,5 м – крупный. При оценке успешности естественного лесовосстановления весь подрост пересчитывался на крупный с помощью коэффициентов перевода мелкого и среднего подроста в крупный: для мелкого подроста использовался коэффициент 0,5; для среднего – 0,8 и для крупного – 1,0.

Густота подроста оценивалась по следующей шкале (Об утверждении..., 2019): до 2 тыс. растений на 1 га – редкий, от 2 до 8 тыс. на 1 га – средней густоты и более 8 тыс. на 1 га – густой.

Встречаемость подроста определялась отношением количества учетных площадок с наличием подроста к общему числу заложенных учетных площадок на пробной площади, выраженная в процентах. Показатель встречаемости характеризует пространственное размещение подроста по площади. Встречаемость подроста оценивалась по шкале (Об утверждении..., 2019): равномерный (свыше 65 %), неравномерный (40-64 %), групповой (не менее 10 штук мелких или 5 штук средних и крупных экземпляров жизнеспособного и сомкнутого подроста).

Жизненное состояние определялось визуально по характеристике, представленной в таблице 3.2 (Тихонов, 2011; Об утверждении..., 2019).

Таблица 3.2. – Шкала жизненного состояния самосева и подроста

Жизненное состояние	Характеристика
Жизнеспособный	Густая хвоя, зеленая или темно-зеленая окраска хвои, заметно выраженная мутовчатость, островершинная или конусообразная симметричная густая или средней густоты крона протяженностью до 1/3 высоты ствола в группах и до 1/2 высоты ствола – при одиночном размещении, прирост по высоте за последние 3-5 лет не утрачен, прирост вершинного побега равен (или более) приросту боковых ветвей верхней половины кроны, стволы прямые неповрежденные, гладкая или мелкочешуйчатая кора без лишайников.
Сомнительный	Прирост центрального побега у сомнительных экземпляров подроста приблизительно равен приросту боковых ветвей за последние 3-5 лет.
Нежизнеспособный	Пораженный вредными организмами, слаборазвитый и поврежденный при рубке леса. Растения имеют слом стволика или наклон его более 50% протяженности, прирост вершинного побега менее прироста боковых ветвей, желтоватый оттенок хвои и зонтикообразную крону

Для того, чтобы оценить жизненное состояние подроста, достаточно одного дефекта стволика, кроны или корней. Если имелось два и более дефекта, растения относились к категории нежизнеспособных. При общей оценке жизненного

состояния подроста 50 % количества сомнительного подроста относили к жизнеспособному, а остальные 50 % - к нежизнеспособному.

Обеспеченность подростом под пологом усохших еловых древостоев оценивалась в соответствии с Правилами лесовосстановления (2019).

Образцы древесины для построения древесно-кольцевой хронологии отбирались у деревьев центральных ступеней толщины (20-36 см). Образцы древесины с живых деревьев отбирались при помощи возрастного бурава марки Haglof на высоте 0,5 м от поверхности почвы (Шиятов и др., 2000; Ваганов и др., 2008; Тишин, 2015). Полученные керны помещались в подготовленные бумажные контейнеры. Спилы с усохших деревьев отбирались при помощи бензопилы марки STIHL. Каждый взятый образец древесины с целью идентификации был закодирован.

В камеральных условиях осуществлена подготовка образцов к измерениям: керны наклеивались на деревянную рейку, затем их поверхность зачищалась скальпелем и бритвенным лезвием. На спилах радиальное направление для измерений выбиралось на участке древесины с отсутствием гнили, заросших сучков и других дефектов. Перед измерением в зачищенную поверхность образца втирался зубной порошок с целью увеличения контрастности колец. Затем проводилась предварительная датировка и маркировка колец у образцов, взятых с живых деревьев.

Ширина годичных колец измерялась на полуавтоматической установке LINTAB-6. Обработка измерений осуществлена в программе TSAPWin (версия 4.67с). Построены графики приростов для живых деревьев и получен их усредненный график. С помощью метода перекрестной датировки выполнена датировка образцов, взятых с усохших деревьев, и определена дата их гибели. Затем построен усредненный график приростов для усохших деревьев.

Коэффициент чувствительности вычислялся по формуле 3.3:

$$K_s = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^{n-1} \frac{2(x_{t+1}-x_t)}{(x_{t+1}+x_t)} \quad (3.3)$$

где x_t - ширина годового кольца, или индекс прироста в год t , n – длительность ряда (лет).

Чем выше значение коэффициента чувствительности, тем более сильный климатический сигнал содержится в хронологиях. Серия колец считается чувствительной, когда средний коэффициент чувствительности больше 0,3 (Тишин, 2015).

Отношение сигнала к шуму, т. е. показатель взаимокорреляции индивидуальных хронологий, вычислялся по следующей формуле (3.4):

$$SNR = \frac{N \times r}{1 - r} \quad (3.4)$$

где r – средний коэффициент корреляции между индивидуальными рядами индексов прироста для данного участка, N – количество рядов.

Выраженный сигнал популяции EPS (expressed population signal) вычислялся по формуле 3.5:

$$EPS = \frac{t r_{bt}}{t r_{bt} + (1 - r_{bt})} \quad (3.5)$$

где t – количество деревьев; r_{bt} - среднее значение коэффициента корреляции между отдельными сериями.

Коэффициент синхронности S , оценивающий количество однонаправленных изменений от года к году между двумя хронологиями, вычислялся по следующей формуле (3.6):

$$S = \frac{n^+}{n-1} \times 100\% \quad (3.6)$$

где n^+ - количество совпавших по направлению годовых отрезков двух хронологий, n – длительность интервала времени сравниваемых хронологий.

Для оценки уровня синхронности была использована шкала, разработанная С.Г. Шиятовым и В.С. Мазепой (1986) (табл. 3.3).

Таблица 3.3. - Шкала коэффициентов синхронности и уровни синхронности между хронологиями

Значения коэффициента синхронности, %	Уровни синхронности между хронологиями
45-56	Отсутствует
57-67	Низкая
68-78	Средняя
79-89	Высокая
90-100	Очень высокая

Для оценки токсичности почв в очагах усыхания отбирались образцы из верхнего горизонта почвы (5-15 см), в котором расположена основная доля корневых систем деревьев. Образцы отбирали в июле и сентябре под живыми и под усохшими деревьями ели. На каждом исследуемом лесном участке выполнялись прикопки под тремя живыми и под тремя усохшими деревьями. Объединенные пробы под живыми и под усохшими деревьями получали путем смешивания отобранных проб одинакового объема. Полученные образцы высушивали до воздушно-сухого состояния, затем удаляли камни, скелет и органические частицы. Почву растирали, затем просеивали через почвенные сита с диаметром отверстий 1 мм (Луганская, Луганский, 2011).

Общую фитотоксичность почв определяли по методике, основанной на сравнении различий в величине оптической плотности тест-культуры зеленой водоросли хлореллы (*Chlorella vulgaris* (Beijer)) в контрольном и опытном вариантах. Методика одобрена ФБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» (Токсикологические методы..., 2014). Измерение оптической плотности суспензии хлореллы позволяет контролировать изменение численности клеток. Оптическая плотность измерялась с помощью фотоэлектроколориметра КФК-3 при длине волны 670 нм. Расчет относительного изменения величины оптической плотности для каждого разбавления по сравнению с контролем (I) проводится по формуле 3.7:

$$I = \frac{X_k - X_0}{X_k} \times 100\% \quad (3.7)$$

где X_k и X_0 – средние величины оптической плотности контрольного и тестируемого образца.

Критерием токсичности почвенного раствора является снижение на 20 % и более (подавление роста) или повышение на 30 % и более (стимуляция роста) величины оптической плотности тестируемого образца по сравнению с оптической плотностью контрольного ($K_{Tr} > 0,2$ и $K_{Tr} < - 0,3$).

По результатам биотестирования выбиралось то разбавление, для которого рассчитанный индекс отклонения (I) превысил критерий токсичности воды. О степени токсичности почвы судят по шкале, представленной в таблице 3.4. Почва считается не токсичной, если критерий токсичности не превышен ни при одном разбавлении.

Таблица 3.4. – Шкала категорий токсичности почвы

Величина разбавления тестируемой воды, при которой превышен критерий токсичности	Категория токсичности
1	Слаботоксичная
3	Среднетоксичная
9	Токсичная
27	Сильнотоксичная
81	Гипертоксичная

Также были заложены ПП на свежих вырубках, на которых выполнялись следующие виды работ:

- выполнялся сплошной перечет пней с определением породы срубленного дерева и диаметра пня;
- определялось состояние срубленного дерева по пню (срублено живым или усохшим);
- фиксировалось наличие или отсутствие гнили. При наличии гнили определялась стадия деструкции, окраска, тип гниения, расположение на поперечном разрезе ствола, а впоследствии – заболевание;

- по некоторым пням определялся возраст срубленных деревьев;
- закладывались учетные площадки с целью изучения обеспеченности подростом.

Таксационная характеристика древостоев ПП, пройденных сплошными санитарными рубками, описана в материалах актов лесопатологического обследования (ЛПО) (приложение 4). Акты ЛПО составляются лесопатологами по итогам закладки ПП. Форма акта лесопатологического обследования утверждена приказом Минприроды России от 16.09.2016 № 480 (Об утверждении..., 2016). В приложении 1 к акту лесопатологического обследования приводится ведомость лесных участков с выявленными несоответствиями таксационным описаниям. В приложении 2 приводится ведомость перечета деревьев, назначенных в рубку. Таксационная характеристика древостоя ПП, пройденного сплошной рубкой спелых и перестойных насаждений, соответствует описанию ПП 33, поскольку они закладывались в одном лесном выделе. Карта-схема расположения ПП представлена в приложении 5.

Окраска гнили может быть белой, бурой или пестрой. К белым относят все светлые гнили (белые, желтые), к бурым – все темные (бурые, красноватые, серовато-бурые). Пестрые – это гнили с наличием белых овальных пятен или полос на буром фоне.

Стадия деструкции может быть от I до IV. На начальной стадии у пораженной древесины изменяется окраска, но прочность её не изменяется. На второй стадии появляются признаки потери прочности. На поперечных срезах имеются темные кольца или мраморный рисунок. На третьей стадии древесина приобретает характерную окраску, появляются скопления мицелия, полностью теряется прочность. На последней стадии происходит образование дупла.

Тип гниения может быть коррозионный или деструктивный. При деструктивном типе гниения пораженная древесина распадается на кубики и призмы, а на последней стадии легко крошится. При коррозионном типе гниения в древесине образуются пустоты и ямки, она становится волокнистой.

По расположению гнили на поперечном срезе выделяют центральную, периферическую или центрально-периферическую гнили (Вакин и др., 1969; Федоров, 1984, 1987; Воронцов и др., 1991; Кузьмичев и др., 2004, Митрофанова, Чураков, 2016).

Характерными диагностическими признаками гнилей являются темные линии и штрихи (скопления темноокрашенных гиф), раневые кольца (вокруг пораженной части образуется темное кольцо), цвет и структура мицелиальных пленок. По изменению структуры пораженной древесины гнили бывают пластинчатые, призматические, трещиноватые, ямчатые и волокнистые (Кузьмичев и др., 2004).

Встречаемость определялась отношением количества пней с наличием гнили к общему количеству учтенных пней, выраженная в процентах.

Кроме использования материалов ПП, были проанализированы данные актов лесопатологического обследования. Нами проанализированы материалы актов натурного обследования, составленных в период с 2010 по 2017 гг. С помощью актов ЛПО изучалось следующее:

- санитарное и лесопатологическое состояние ельников, расположенных в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края;
- масштабы проведенных санитарных рубок и их эффективность;
- влияние различных лесоводственно-таксационных показателей еловых древостоев (тип леса, тип лесорастительных условий, возраст, породный состав, полнота) на их устойчивость;
- влияние диаметра деревьев ели на их санитарное состояние.

В ходе изучения влияния лесоводственно-таксационных показателей древостоев на их устойчивость выполнено распределение площадей усохших ельников, зафиксированных актами ЛПО, по различным показателям. С помощью лесоустроительных материалов выполнено распределение всех насаждений лесного фонда изучаемых лесничеств по их таксационным характеристикам. Полученные распределения сравнивались между собой.

Изменение площадей еловых насаждений на юге Пермского края прослежено за счет сведений, сохранившихся в устаревших материалах лесоустройства. Динамика площадей за последние годы изучена за счет информации, содержащейся в Государственном лесном реестре Пермского края, предоставленной Министерством природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края.

История усыхания ельников на юге Пермского края изучалась с помощью устаревших материалов лесоустройства, сохранившихся в архивах лесоустроительных организаций.

Доля естественного отпада в насаждениях с определенными таксационными показателями определялась с помощью таблиц хода роста (Таблицы и модели..., 2008).

Распределение древостоев по типам или степени усыхания выполнено в соответствии с классификацией В.П. Цуранова (1965). Автор выделял три типа усыхания ельников:

- диффузно-рассеянное – единичные сухие деревья и небольшие их группы по 3-5 деревьев;
- куртинно-групповое – группы сухостоя до 10-20 деревьев и небольшие участки сплошного сухостоя;
- сплошное – усыхание сплошь охватывает участки площадью от 0,5 га.

Тип усыхания древостоя определялся по снимкам, полученным с помощью малого беспилотного летательного аппарата (квадрокоптера).

Факт изменения климата на исследуемой территории устанавливался путем сопоставления климатических данных в различные периоды времени. Климатические данные за более ранние годы получены из материалов литературных источников. Климатические данные за последние годы предоставлены Пермским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Анализировались такие климатические показатели, как температура воздуха и количество осадков. Данные об изменении климата за

последние годы сопоставлялись со сроками первых упоминаний об усыхании еловых насаждений.

Статистическая обработка полученных данных и построение графиков выполнялось в программе Microsoft Excel 2010 (Багинский, Лапицкая, 2017). Оценка коэффициента вариации (CV) проводилась по шкале (Прокофьев и др., 2017), представленной в таблице 3.5.

Таблица 3.5. – Шкала оценки коэффициента вариации

Значение	Степень вариации
0,0-16,7	Незначительная
16,7-33,3	Слабая
33,3-50,0	Умеренная
50,0-66,7	Заметная
66,7-83,3	Значительная
83,3-100	Высокая

Сила корреляционной связи оценивалась по шкале (Багинский, Лапицкая, 2017), представленной в таблице 3.6.

Таблица 3.6. – Шкала оценки коэффициента корреляции

Коэффициент корреляции	Сила связи
До 0,10	Отсутствует
0,11-0,29	Слабая
0,30-0,69	Средняя
0,70-0,90	Сильная или тесная
0,91-1,0	Очень сильная

Для определения степени достоверности результатов статистического исследования для средних величин с помощью инструментов программы вычислялась соответствующая средняя ошибка (m_x) (Соболева и др., 2009).

3.3. Объекты исследования

Объектом изучения служили еловые насаждения, произрастающие на территории Кишертского, Куединского, Октябрьского, Осинского, Очерского и

Чайковского лесничеств, расположенных в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края (рис. 3.1).



Рисунок 3.1. – Карта-схема района исследований; М 1: 3 250 000

Материалом для анализа служили ПП, заложенные нами, а также ПП, заложенные лесопатологами в процессе составления актов лесопатологического обследования.

Исследуемые лесные насаждения характеризуются значительным разнообразием лесоводственно-таксационных показателей. Изучались насаждения с участием ели наиболее распространенных в районе исследования типов леса (насаждения ельника зеленомошного, кисличного и липнякового). Лесопатологами в процессе составления актов лесопатологического обследования ПП также закладывались в насаждениях ельника травяного и черничного, сосняка зеленомошного, липнякового, кисличного и травяного. В единичных случаях ПП закладывались в других типах леса. Состав древостоев преимущественно смешанный. Исследованиями охвачены древостои со 2 по 7 классы возраста.

Уровень кислотности почв в исследуемых ельниках варьирует от 4,9 (кислая почвенная среда) до 6,1 (слабокислая почвенная среда). Порозность варьирует от

54,9 до 61,8 %. Почвы исследуемых еловых насаждений характеризуются в основном средней обеспеченностью калием (содержание K_2O варьирует от 11,8 до 18,5 мг/100 г), а также сильной и средней нуждаемостью в фосфоре (содержание P_2O_5 варьирует от 1,3 до 9,2 мг/100 г).

3.4. Объём выполненных работ

Исследования продолжались в течение 4 лет, с 2016 по 2019 гг. Заложено в насаждениях 37 ПП, в том числе 8 контрольных, на вырубках 5 ПП, среди них 1 ПП – контрольная. Для определения среднего возраста деревьев главной породы взято 729 образцов древесины, в том числе 440 среди живых деревьев и 289 среди сухих. Для построения древесно-кольцевой хронологии взято 30 образцов древесины (15 среди живых и 15 среди сухих). На ПП с целью изучения обеспеченности насаждений подростом предварительной генерации было заложено 740 учетных площадок. На лесных участках, пройденных сплошными санитарными рубками, заложено 100 учетных площадок. Выполнено 36 почвенных прикопок, в результате чего сформировано 12 смешанных образцов почвы. Все 12 почвенных образцов исследованы на фитотоксичность. Проанализировано 2229 актов лесопатологического обследования. При распределении лесного фонда двух лесничеств по типам леса и типам лесорастительных условий проанализировано 33528 лесных выделов. С целью изучения типов усыхания ели с помощью малого беспилотного летательного аппарата отснято 37 лесных выделов общей площадью 450,3 га.

ГЛАВА 4. СОСТОЯНИЕ ЕЛЬНИКОВ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1. Роль ельников в составе лесного фонда

На территории Пермского края господствуют еловые леса. По данным Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края, площадь ельников в пределах Пермского края по состоянию на 2016 год составила 5239,4 тыс. га, что составляет 47,2 % земель, покрытых лесной растительностью. Для сравнения, березняки занимают площадь 3434,4 га, что составляет 30,9 %.

Ель является также преобладающей лесообразующей породой в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края по состоянию на 2017 год (рис. 4.1). Доля еловых лесов на указанной территории достигает 35 %, в то время как доля березовых лесов – 28 %.

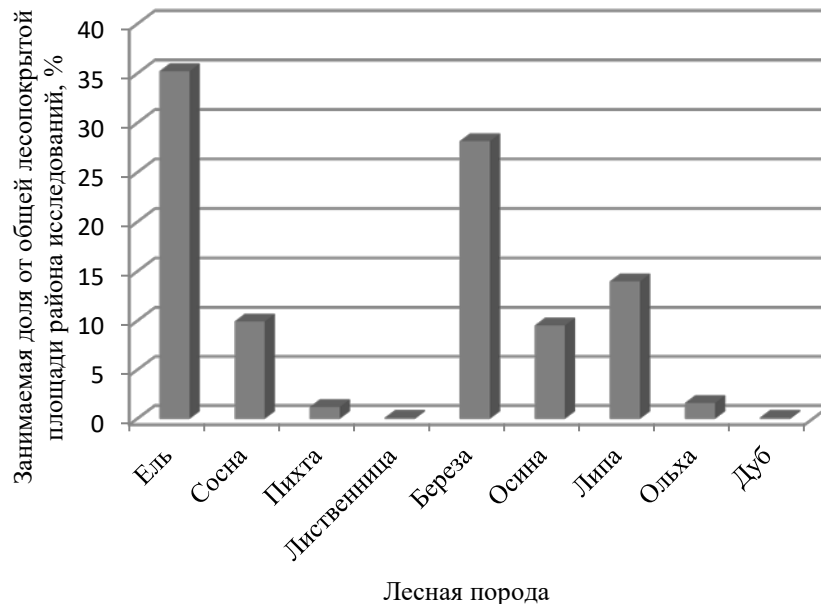


Рисунок 4.1. – Распределение покрытой лесом площади зоны хвойно-широколиственных лесов Пермского края по преобладающим породам, % (по состоянию на 2017 г.)

Следует отметить, что в Чайковском лесничестве, расположенном в самой южной части края, наблюдается обратная ситуация: доля березовых лесов составляет 34,5 %, в то время как доля еловых лесов – 28,2 % (рис. 4.2).

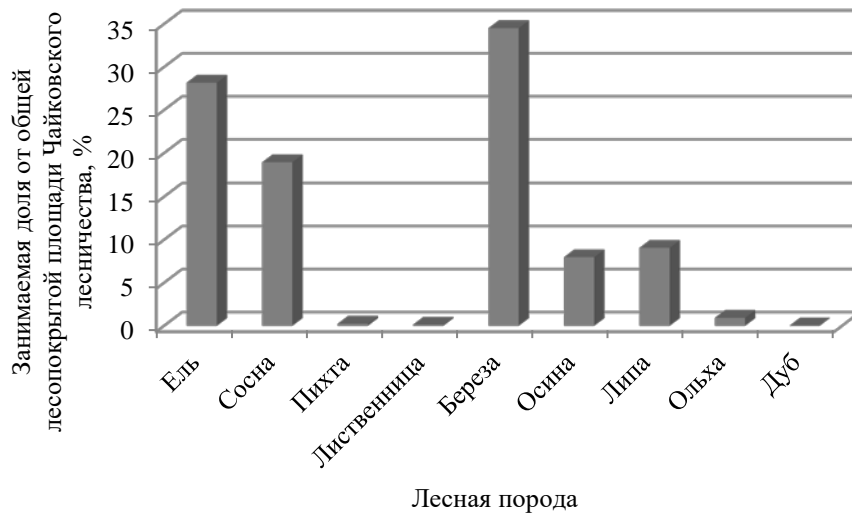


Рисунок 4.2. – Распределение покрытой лесом площади Чайковского лесничества Пермского края по преобладающим породам, % (по состоянию на 2017 г.)

В последние десятилетия наблюдается тенденция резкого омоложения и сокращения площади еловых насаждений. По данным лесоустройства (Проект организации..., 1969, 1980, 1993), площадь ельников Чайковского лесничества за 53 года (в период с 1940 по 1993 годы) сократилась на 22 % (рис. 4.3).

Динамика сокращения площади ельников Чайковского лесничества описывается полиномиальной кривой и следующим уравнением (4.1):

$$y = 0,0009x^2 - 3,9673x + 4360,5 \quad (4.1)$$

где x – год; y – занимаемая доля еловыми насаждениями от общей лесопокрытой площади, %. Справедливость уравнения динамики подтверждается высоким значением коэффициента детерминации ($R^2 = 0,9839$). Уравнение справедливо для пределов изменения переменной x [1940...1993], переменной y [17...39].

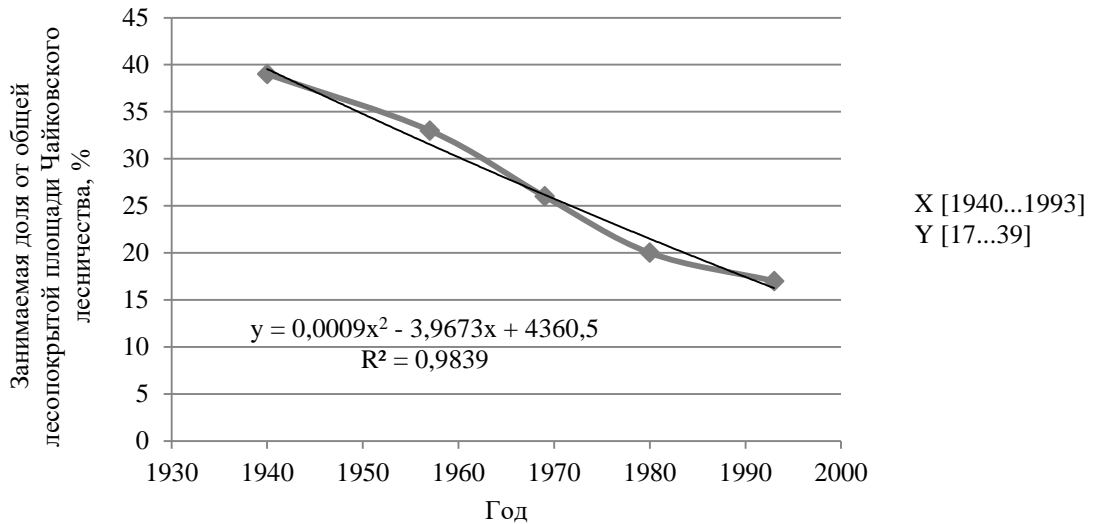


Рисунок 4.3. – Динамика площади ельников Чайковского лесничества (в % от лесопокрытой площади)

Сокращение площади еловых лесов в указанный период во многом объясняется их периодическим массовым усыханием (раздел 4.2).

Следует уточнить, что график динамики сокращения площадей еловых насаждений составлен для лесов государственного фонда. Для бывших сельских лесов сведений о динамике площадей ельников до 1993 г. не имеется. В связи с объединением в 2008 г. государственных лесов с сельскими лесами доля еловых насаждений в общей лесопокрытой площади Чайковского лесничества изменилась. Сведения о динамике доли ельников в период с 2008 по 2016 гг. отсутствуют. По состоянию на 2017 г., как уже упоминалось выше, эта доля составила 28,2 %.

Средний возраст ельников за 24 года (в период с 1969 по 1993 годы) уменьшился на 42 года (рис. 4.4).

Динамика уменьшения среднего возраста на примере еловых насаждений Чайковского лесничества описывается полиномиальной кривой и следующим уравнением (4.2):

$$y = -0,0857x^2 + 337,65x - 332623 \quad (4.2)$$

где x – год; y – средний возраст ельников, лет. Справедливость уравнения динамики подтверждается высоким значением коэффициента детерминации ($R^2 = 1,0$). Уравнение справедливо для пределов изменения переменной x с [1969...1993], переменной y [97...55].

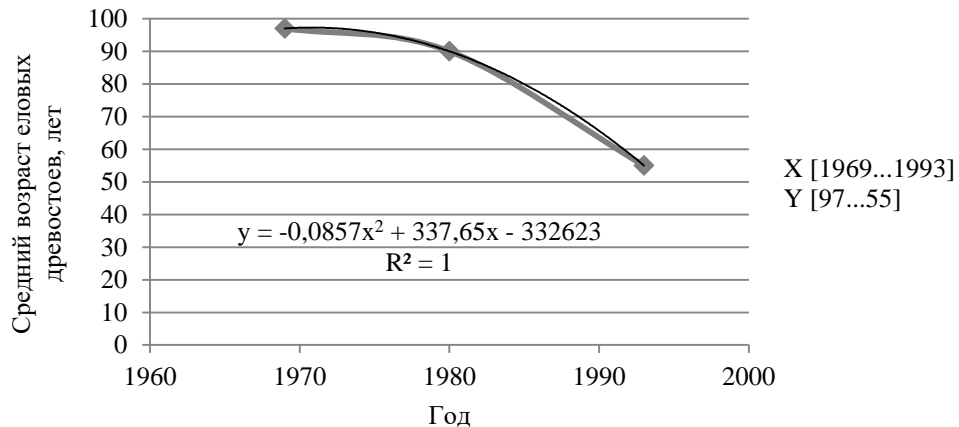


Рисунок 4.4. – Динамика среднего возраста ельников Чайковского лесничества, лет

Сокращение площади еловых лесов и их омоложение наблюдается и в настоящее время. В таблице 4.1 представлена динамика изменения площадей еловых насаждений по группам возраста за 8 лет (в период с 2010 по 2017 годы) на примере двух лесничеств Пермского края (Куединского и Чайковского), расположенных в зоне хвойно-широколиственных лесов.

Площадь ельников в Куединском лесничестве за счет ежегодной посадки лесных культур за 8 лет увеличилась на 648 га, в то время как в Чайковском лесничестве площадь ельников уменьшилась на 235 га. При этом средний возраст еловых древостоев за 8-летний период в Куединском лесничестве сократился на 2 года, в Чайковском лесничестве – на 5 лет.

За счет создания лесных культур площадь молодняков 1 класса возраста в Куединском лесничестве увеличилась на 2 971 га, в Чайковском – на 2 573 га. Площадь молодняков 2 класса возраста и средневозрастных насаждений сократилась в обоих лесничествах.

Таблица 4.1. – Распределение площади еловых насаждений по группам возраста на примере Куединского и Чайковского лесничеств

Год	Площадь земель, покрытых еловыми насаждениями, га							Средний возраст, лет
	Всего	В том числе по группам возраста лесных насаждений						
		Молодняки		Средне-возрастные	Приспевающие	Спелые	Перестойные	
1 класса	2 класса							
Куединское лесничество								
2010	70900	15258	4639	20029	20707	10267	-	53
2011	71085	15713	4639	20029	20691	10013	-	53
2012	71156	16029	4639	20009	20664	9815	-	52
2013	70932	16346	3974	20128	20884	9600	-	52
2014	71161	16922	3974	20031	20825	9409	-	52
2015	71170	17297	3974	19967	20782	9150	-	52
2016	71278	17757	3974	19967	20776	8804	-	52
2017	71548	18229	3974	19959	20775	8611	-	51
Чайковское лесничество								
2010	43228	9286	7310	7836	11490	7306	678	53
2011	43334	9587	7310	7834	11445	7158	642	52
2012	43493	9887	7310	7828	11428	7040	635	52
2013	43639	10342	7318	7873	11327	6779	633	51
2014	43300	10648	7273	7752	11068	6559	616	51
2015	43463	11053	7273	7702	11018	6417	613	50
2016	43486	11533	7273	7594	10900	6186	593	49
2017	42993	11859	7273	7526	10463	5872	590	48

Площадь приспевающих насаждений в Чайковском лесничестве сократилась на 1027 га, а в Куединском увеличилась на 68 га.

Площадь спелых еловых древостоев в Куединском лесничестве за 8-летний период за счет различного вида рубок сократилась на 1 656 га, в Чайковском лесничестве – на 1 434 га.

4.2. История усыхания ельников

Усыхание ельников в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края наблюдалось с 1945 года (Проект организации..., 1969). С этого времени незначительные очаги усыхания ели возникали постоянно. Массовое усыхание еловых лесов возникает периодически через 10-12 лет (Проект организации..., 1978, 1980). И оно носит не единичный или рассеянный, а куртинно-групповой или сплошной характер. В лесоустроительных материалах отмечается, что

проведение выборочных санитарных рубок не способствовало улучшению санитарного состояния еловых древостоев. Следует отметить, что санитарные рубки проводились на стадии старого сухостоя.

В частности, массовое усыхание ели во всех южных лесничествах Пермского края произошло в период с 1973 по 1978 годы (Проект организации..., 1978, 1980; Пояснительная записка..., 1979). Отмечается, что возникновение очагов усыхания связано с ослаблением пихтово-еловых насаждений засухой 1972 и 1975 годов. Как следствие засухи, к весне 1975 года произошло снижение уровня грунтовых вод из-за малого количества осадков. Наиболее сильно пострадали ельники на легких почвах. Большинство очагов затухло естественно, без проведения санитарно-оздоровительных мероприятий. За указанный период очаги усыхания ели были зафиксированы на площади 783 га в Очерском, 150 га – в Осинском лесничествах. Пик усыхания ели наблюдался в 1975 году, достигший площади 75 га в Чайковском, 50 га – в Осинском лесничествах.

В Очерском районе лесные культуры с преобладанием ели в составе древостоев, созданные Теплоуховыми, начали усыхать в 1970-е гг. и практически погибли к началу 1990-х годов. Основными причинами усыхания и распада еловых культур ученые называют гниль, вызываемую корневой губкой, ветровалы, засухи, стволовые вредители (Прокопьев, 1978; Рогозин, Разин, 2012).

Наличие насаждений с усыхающими и сухими деревьями ели отмечалось постоянно, о чем свидетельствуют материалы лесоустройства (Проект организации..., 1969, 1978, 1979, 1980, 1984, 1986, 1989, 1990, 1993, 1994, 1998, 1999, 2001, 2002, 2003, 2005; Проект плана..., 1972, 1973) (таблица 4.2).

Площадь еловых насаждений с наличием сухостоя в разные периоды значительно изменялась. В частности, в Очерском лесничестве в 1979 году она составила 8855 га, в 1990 году - 10 га. В Осинском лесничестве в 1978 году усохло 3320 га, в 2005 году – 39 га. Следует отметить, что значительные площади сухостоя, зафиксированные в конце 70-х годов в указанных лесничествах, образовались в результате массовых усыханий ели в период с 1973 по 1978 годы.

Таблица 4.2 – Площадь еловых насаждений с неудовлетворительным санитарным состоянием в разные годы в Очерском, Осинском и Чайковском лесничествах по данным лесоустройства

Лесничество	Год лесоустройства	Площадь, га			
		Сухостоя	Захламленности	Насаждений с наличием корневой губки	Насаждений с неудовлетворительным санитарным состоянием
Очерское лесничество	1972	-	9804,9	-	-
	1973	-	79	-	-
	1979	8855	1275	-	-
	1984	-	2762	-	-
	1986	-	-	-	-
	1990	10	3671	-	-
	1998	7289	791	-	7501
	2001	4621	2137	1121	-
	2002	7845	1292	-	2152
2003	-	153	-	14750	
Итого		28620	21964,9	1121	24403
Осинское лесничество	1978	3320	5060	-	-
	1989	-	-	-	4482
	1994	326	356	-	-
	2002	337	-	1463	2647
	2005	39	124	4286	4410
Итого		4022	5540	5749	11539
Чайковское лесничество	1969	1666	-	3616	-
	1980	2148	5770	20	11319
	1993	5219	216	-	5697
	1999	616	6	37	7052
Итого		9649	5992	3673	24068

В Чайковском лесничестве наличие сухостоя отмечалось каждым лесоустройством, и варьировало от 616 (1999 год) до 5219 га (1993 год). Южные леса Пермского края всегда характеризовались значительной захламленностью. Площадь захламленных лесов в Очерском лесничестве в 1972 году достигла 9804,9 га. Наличие корневой губки в насаждениях отмечалось не всегда, часто не имело очаговый характер, и является биологической особенностью породы. Значительные площади зараженных корневой губкой ельников в Очерском и Осинском лесничествах отмечались только в начале 2000-х годов. В Чайковском лесничестве площадь корневой губки с 1973 по 1980 гг. уменьшалась (Проект организации..., 1980) (рис. 4.5):

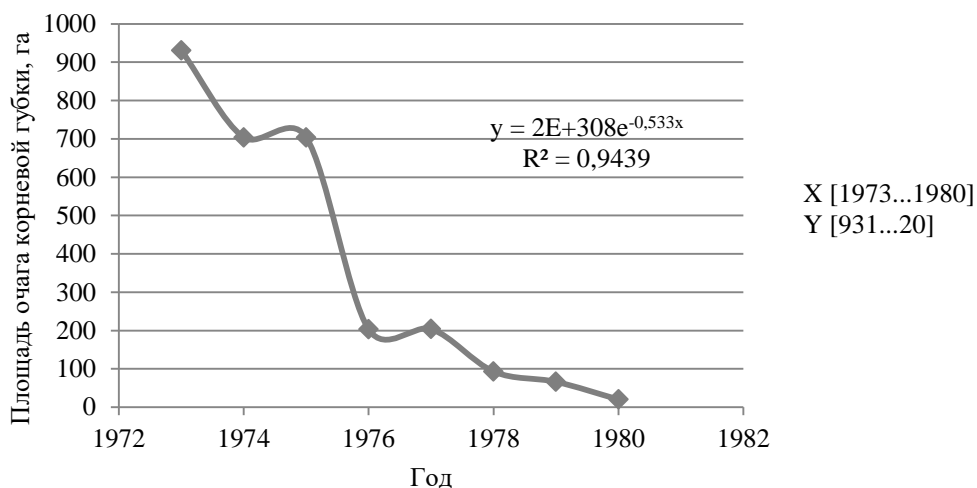


Рисунок 4.5. – Динамика очагов корневой губки в Чайковском лесничестве Пермского края

Динамика уменьшения очагов корневой губки в этот период в Чайковском лесничестве Пермского края описывается экспоненциальной функцией 4.3:

$$y = 2E + 308e^{-0,533x} \quad (4.3)$$

где x – год; y – площадь очага корневой губки в определенном году, га. Справедливость уравнения динамики подтверждается высоким значением коэффициента детерминации ($R^2 = 0,9439$). Уравнение справедливо для пределов изменения переменной x [1973...1980], переменной y [931...20].

Кроме того, начиная с 1980 года, во всех лесничествах отмечались значительные площади насаждений с неудовлетворительным санитарным состоянием.

Следует отметить, что в Осинском лесничестве еловые насаждения страдали от воздействия объектов нефтедобычи. Так, в 1989 году погибло 370 га, в 2002 году произошло частичное усыхание на площади 337 га, замедление роста и ослабление древостоев на площади 1335 га, в 2005 году произошло замедление роста и ослабление древостоев на площади 63 га (Проект организации..., 1989, 2002).

4.3. Современное санитарное состояние ельников

Последняя вспышка усыхания ельников наблюдается после 2010 г., что подтверждается актами лесопатологических обследований, свидетельствами лесничих и арендаторов, а также космическими снимками.

В период с 2010 по 2017 гг. в шести южных лесничествах Пермского края выполнены санитарные рубки на площади 23837,3 га (табл. 4.3, 4.4).

Таблица 4.3. – Санитарные рубки, проведенные в ельниках района исследований в период с 2010 по 2017 годы

Год	Площадь проведенных рубок, га		Итого, га	Доля площади, пройденная санитарными рубками, от общей лесопокрытой площади района исследований, %
	ССР	ВСП		
2010	250,1	3106,2	3356,3	0,26
2011	35,4	1511,1	1546,5	0,12
2012	397,1	1620,7	2017,8	0,16
2013	1039,5	2378,5	3418	0,27
2014	1013,7	1670,3	2684	0,21
2015	1334,05	1682,15	3016,2	0,23
2016	1309,4	2074	3383,4	0,26
2017	1756,9	2658,2	4415,1	0,34
Итого	7136,15	16701,15	23837,3	1,85

Таблица 4.4. – Доля площади, пройденная санитарными рубками в ельниках различных лесничеств района исследований

Лесничество	Площадь проведенных рубок, га		Итого, га	Доля площади, пройденная санитарными рубками, от общей лесопокрытой площади лесничества, %
	ССР	ВСП		
Кишертское	628,5	3885	4513,5	1,94
Куединское	537,4	1802,5	2339,9	1,06
Октябрьское	541,2	3283,2	3824,4	1,10
Осинское	1920,8	2193	4113,8	2,59
Очерское	1671,95	3179,85	4851,8	2,74
Чайковское	1836,3	2357,6	4193,9	2,73
Итого	7136,15	16701,15	23837,3	1,85

Из них 16701,15 га пройдено выборочными санитарными рубками. Доля насаждений, пройденных санитарными рубками за указанный период, составила 1,85 % от общей лесопокрытой площади района исследований. Площадь усохших

еловых лесов, пройденных сплошными санитарными рубками, резко увеличилась с 2013 года. С этого времени наблюдается общая тенденция увеличения площади, пройденной ССР. Наибольшая доля лесопокрытой площади пройдена санитарными рубками в 2017 году (0,34 %), а наименьшая – в 2011 (0,12 %). Во всех лесничествах преобладает площадь, пройденная ВСР. Площадь, пройденная ССР, значительно меньше. При этом площадь, пройденная ССР, значительно выше в лесничествах, расположенных на юго-западе края (Осинское, Очерское и Чайковское лесничества). Больше всего еловых насаждений пройдено санитарными рубками в Очерском и Чайковском лесничествах (2,74 и 2,73 % общей лесопокрытой площади соответственно). В меньшей степени подверглись санитарным рубкам ельники Куединского и Октябрьского лесничеств (1,06 и 1,1 % соответственно).

Санитарное состояние ели 63 % очагов усыхания, зафиксированных актами ЛПО, оценивается как усыхающее (рис. 4.6). Ель в 26 % очагов усыхания является сильно ослабленной. В 10 % случаев ель является погибшей. И только в 1 % лесных участков санитарное состояние ели оценивается как ослабленное.

По материалам проведенного в 2017 г. лесопатологического обследования, средневзвешенный балл санитарного состояния ели в очагах усыхания на юге Пермского края варьирует от 2,3 (ослабленная) до 5 (погибшая) (табл. 4.5).

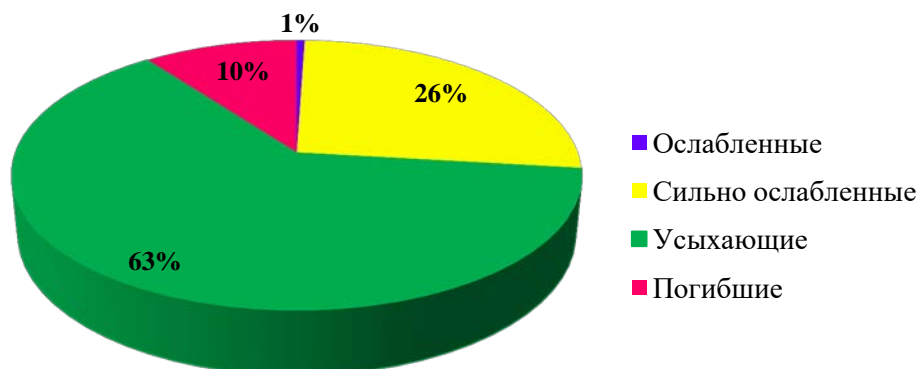


Рисунок 4.6. – Оценка санитарного состояния ели очагов усыхания, зафиксированных актами ЛПО в районе исследования (в процентах от общего количества зафиксированных очагов усыхания)

Таблица 4.5. – Статистические показатели средневзвешенного балла санитарного состояния еловых древостоев и его оценка в различных лесничествах Пермского края, расположенных в зоне хвойно-широколиственных лесов

Лесничество	Объем выборки, шт	Статистические показатели средневзвешенного балла санитарного состояния еловых древостоев и его оценка		
		минимум	максимум	среднее
Кишертское	53	2,3 (ослабленная)	4,64 (погибшая)	3,63±0,08 (усыхающая)
Куединское	32	2,99 (сильно ослабленная)	5 (погибшая)	4,31±0,12 (усыхающая)
Октябрьское	48	2,82 (сильно ослабленная)	5 (погибшая)	4,0±0,07 (усыхающая)
Осинское	84	2,8 (сильно ослабленная)	5 (погибшая)	3,99±0,05 (усыхающая)
Очерское	47	2,98 (сильно ослабленная)	4,93 (погибшая)	3,96±0,07 (усыхающая)
Чайковское	116	2,8 (сильно ослабленная)	4,8 (погибшая)	3,83±0,04 (усыхающая)
Всего	380	2,3 (ослабленная)	5 (погибшая)	3,92±0,03 (усыхающая)

Во всех лесничествах, расположенных в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края, имеются погибшие еловые древостои. Худшим санитарным состоянием характеризуются ельники Куединского лесничества (среднее значение средневзвешенного балла санитарного состояния 4,31), а лучшим – ельники Кишертского лесничества (среднее значение средневзвешенного балла санитарного состояния 3,63).

Согласно t-критерию Стьюдента, различие между средневзвешенными баллами санитарного состояния Кишертского и Чайковского лесничеств при уровне значимости $p = 0,05$ статистически значимо, так как $t_{\text{эмп.}} \geq t_{\text{крит.}}$ ($2,24 \geq 1,97$). Указанным методом подтверждается лучшее санитарное состояние еловых насаждений Кишертского лесничества.

Следует отметить, что выборочная совокупность значений средневзвешенного балла санитарного состояния описывается нормальным распределением, что подтверждается критерием асимметрии и эксцесса (табл. 4.6). Данные приведены для уровня значимости $p = 0,05$. Во всех случаях эмпирические значения коэффициентов асимметрии и эксцесса по модулю меньше соответствующих табличных критических значений, что свидетельствует о том, что распределение изучаемой совокупности достаточно близко к нормальному.

Таблица 4.6. – Значения коэффициентов асимметрии и эксцесса средневзвешенного балла санитарного состояния

Лесничество	Объем выборки, шт	Коэффициент асимметрии		Коэффициент эксцесса	
		эмпирический	критический	эмпирический	критический
Кишертское	53	-0,073	0,533	-0,725	0,848
Куединское	32	-0,602	0,661	-0,804	0,863
Октябрьское	48	-0,234	0,533	-0,225	0,851
Осинское	84	-0,178	0,432	-0,429	0,838
Очерское	47	-0,244	0,558	-0,518	0,851
Чайковское	116	-0,162	0,350	-0,824	0,834
Всего	380	-0,158	0,200	-0,426	0,816

Кривая нормального распределения совокупности данных средневзвешенного балла санитарного состояния представлена на примере Осинского лесничества на рис. 4.7.



Рисунок 4.7. – Распределение количества лесных выделов по средневзвешенным баллам санитарного состояния ели

Распределение совокупности выделов лесничества по средневзвешенным баллам санитарного состояния ели описывается уравнением 4.4:

$$y = -25,714x^2 + 205,71x - 381,77 \quad (4.4)$$

где x – средневзвешенный балл санитарного состояния ели; y – количество лесных выделов, шт. Справедливость уравнения подтверждается высоким значением

коэффициента детерминации ($R^2 = 0,9598$). Уравнение справедливо для пределов изменения переменных: $x [3,5...5,0]$ $y [4...33]$.

Полученные результаты санитарного состояния ельников подтверждаются также имеющимся запасом усыхающих и сухих деревьев на территории 6 лесничеств Пермского края (табл. 4.7).

Таблица 4.7. – Статистические показатели доли запаса усыхающих и сухостойных деревьев ели в различных лесничествах Пермского края, расположенных в зоне хвойно-широколиственных лесов

Лесничество	Объем выборки, шт	Статистические показатели доли запаса усыхающих и сухостойных деревьев ели, %		
		минимум	максимум	среднее
Кишертское	53	8	78	28,7±2,67
Куединское	32	13	97	60,5±4,38
Октябрьское	48	11	100	47,5±2,74
Осинское	84	8	100	49,5±2,03
Очерское	47	9	86	49,3±2,41
Чайковское	116	8	83	42,1±1,41
Всего	380	8	100	45,0±1,02

Наибольшая доля объема сухих деревьев ели обнаружена в насаждениях Куединского лесничества (60,5 % в среднем), а наименьшая – в ельниках Кишертского лесничества (28,7 % в среднем).

Доля запаса усыхающих и сухостойных деревьев ели на юге Пермского края варьирует от 8 до 100 %. В среднем запас сухих деревьев ели в очагах усыхания составляет 45,0 %.

После определения санитарного состояния насаждений на ПП было установлено, что большая часть древостоев ели (37,8 %) относится к сильно ослабленным (табл. 4.8).

Доля сухостоя ели в ослабленных насаждениях достигает 18,9 % (ПП 30). В сильно ослабленных еловых древостоях доля общего отпада деревьев ели достигает 50,4 % (ПП 7), а в усыхающих – 62,5 % (ПП 12). В древостоях, в которых ель является погибшей породой, доля сухостоя достигает 65,8 % (ПП 1).

Таблица 4.8. – Доля отпада и санитарное состояние деревьев ели на ПП

Тип леса	№ ПП	Доля естественного отпада, % в год	Доля текущего отпада, %	Доля общего отпада, %	Средневзвешенный балл санитарного состояния по запасу	Оценка (по Б.И. Ковалеву)
Е. зм.	11	0,53	-	34,1	3,43	Сильно ослабленная
	12	1,03	32,3	62,5	4,22	Усыхающая
	15	0,38	-	34,6	3,53	Сильно ослабленная
	18	0,61	11,7	27,1	2,58	Сильно ослабленная
	23	1,18	-	25,4	2,64	Сильно ослабленная
	24	0,56	1,4	30,2	3,02	Сильно ослабленная
	26	0,67	-	11,8	2,49	Ослабленная
	27	0,67	-	40,2	3,88	Усыхающая
	28	1,03	-	19,0	2,95	Сильно ослабленная
	36 (контроль)	0,25	-	8,5	3,06	Сильно ослабленная
	37 (контроль)	0,50	-	5,1	3,07	Сильно ослабленная
Е. лп.	1	0,16	5,4	65,8	5,14	Погибшая
	3	0,16	0,5	36,9	5,23	Погибшая
	5	0,25	3,8	20,2	2,63	Сильно ослабленная
	6	0,15	8,3	61,6	4,10	Усыхающая
	7	0,12	20,4	50,4	3,02	Сильно ослабленная
	16	0,22	-	18,7	2,32	Ослабленная
	19	0,56	2,1	11,3	2,55	Сильно ослабленная
	20 (контроль)	0,59	-	6,3	1,86	Ослабленная
	21	0,16	-	14,7	2,00	Ослабленная
	25 (контроль)	0,15	-	4,0	1,48	Здоровая
	32	0,62	-	19,4	3,04	Сильно ослабленная
34 (контроль)	0,41	-	3,9	1,70	Ослабленная	
Е. к.	2	0,37	3,9	29,3	3,01	Сильно ослабленная
	4	0,62	18,7	50,1	3,65	Усыхающая
	8	0,53	25,0	46,0	4,06	Усыхающая
	9	0,47	10,8	57,8	4,76	Погибшая
	10	0,45	16,3	45,8	4,79	Погибшая
	13	0,25	-	33,4	4,07	Усыхающая
	14	0,52	13,6	42,2	3,88	Усыхающая
	17	0,46	3,2	14,3	2,29	Ослабленная
	22 (контроль)	0,16	-	0,3	1,29	Здоровая
	29	0,52	23,0	65,4	4,58	Погибшая
	30	0,6	-	18,9	2,48	Ослабленная
	31	0,4	-	42,8	3,82	Усыхающая
	33 (контроль)	0,19	-	6,5	2,95	Сильно ослабленная
	35 (контроль)	0,59	-	7,7	2,42	Ослабленная

Контрольными являются ПП №№ 20, 22, 25, 33, 34, 35, 36 и 37. Ель является здоровой породой на ПП №№ 22 и 25. Доля сухостоя в здоровых древостоях не превышает 4 %. На ПП 20, 33, 34, 35, 36 и 37 доля сухостоя незначительная (не превышает 8,5 %), однако из-за значительного количества больных деревьев ели (многие деревья заражены язвенным раком) порода является ослабленной и сильно ослабленной.

Доля текущего отпада (запас деревьев 4 и 5 баллов санитарного состояния) на всех ПП превышает норму естественного отпада. На многих ПП текущий отпад отсутствует, что свидетельствует о том, что в указанных насаждениях процесс усыхания ели прекратился.

Доля количества усохших деревьев ели на ПП достигает 58 % (ПП 1, 6) (приложение 7). Однако, согласно актам натурного обследования, доля количества погибших деревьев ели может достигать 100 %. В здоровых насаждениях доля сухостоя ели от их общего количества не превышает 11,1 % (ПП 22).

4.4. Пространственная характеристика сухостоя

На исследуемой территории встречаются все типы усыхания ели, выделенные В.П. Цурановым (1965) (рис. 4.8). При этом преобладают очаги куртинно-группового характера усыхания ели (свыше 45 % исследованной площади и свыше 56 % исследованного количества выделов) (рис. 4.9 б). Реже встречаются очаги диффузно-рассеянного характера (31,8 % исследованной площади выделов и 29,7 % их количества) (рис. 4.9 в). Наименее распространено сплошное усыхание ели (23 % исследованной площади выделов и 13,5 % их количества) (рис. 4.9 а). Наличие сплошного и куртинно-группового типов усыхания ели свидетельствует о том, что доля отпада превышает естественный.

По мнению В.П. Цуранова (1965), диффузно-рассеянное и куртинно-групповое усыхание являются начальными стадиями сплошного усыхания ели. Однако Ю.И. Манько (1987) полагал, что диффузно-рассеянное усыхание не

обязательно должно рассматриваться как начало массового усыхания, поскольку всегда присутствует некоторая доля усохших особей в связи с естественным отпадом.

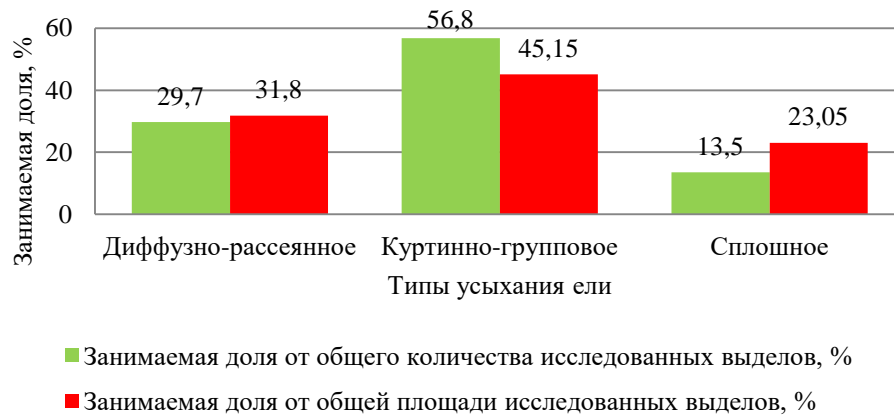


Рисунок 4.8. – Распределение количества и площади исследованных лесных выделов по типам усыхания ели

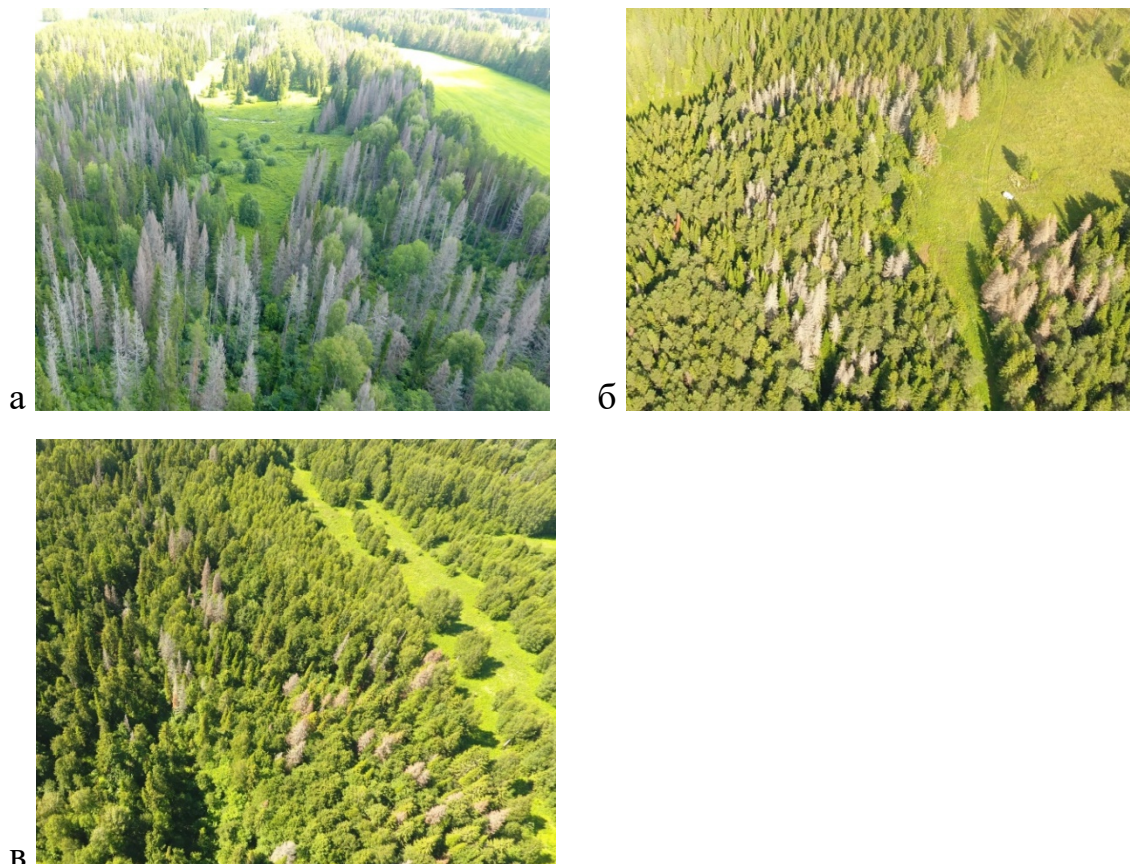
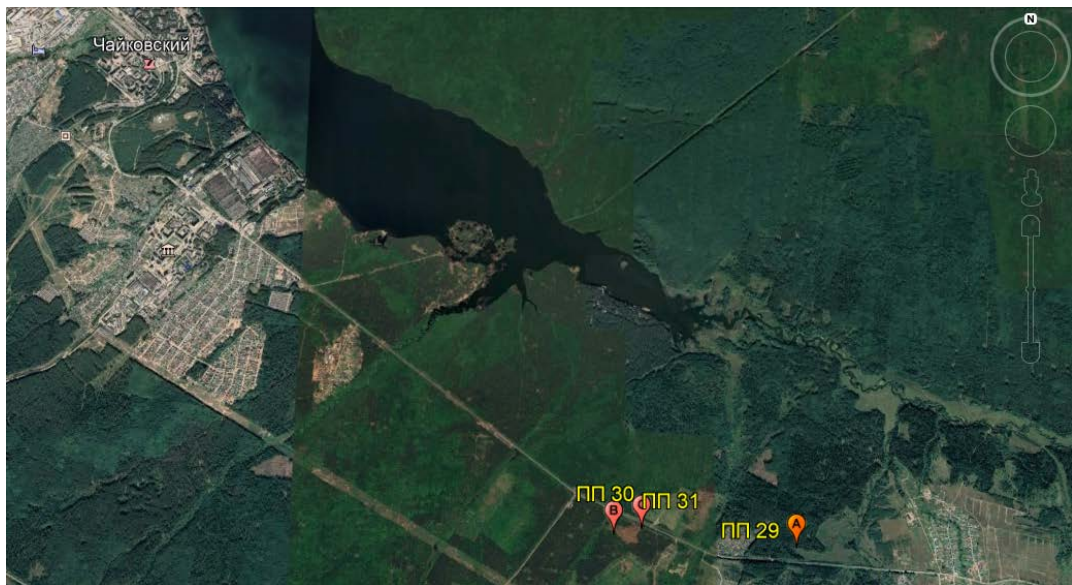


Рисунок 4.9. – Типы усыхания ели: (а) сплошное, (б) куртинно-групповое, (в) диффузно-рассеянное.

4.5. Особенности процесса усыхания ельников

Проведена попытка изучить ширину годичных колец деревьев ели (прирост) перед гибелью на примере насаждений Чайковского лесничества. Для лесных участков, расположенных за г. Чайковский Пермского края (ПП №№ 29, 30, 31), построена древесно-кольцевая хронология для живых и усохших деревьев. На каждой ПП в 2018 г. собраны образцы древесины с 10 деревьев (5 образцов с живых деревьев и 5 – с усохших). Все образцы собраны с модельных деревьев одной породы, произрастающих на близко расположенных участках (расстояние между ПП 29 и ПП 30 составляет 1,9 км, а ПП 31 находится между ними (рис. 4.10)), произрастающих в насаждениях одного типа леса (ельник кисличный). Все насаждения имеют разновозрастную структуру. В связи с этим образцы древесины объединены в две выборки: в выборку образцов, взятых с усохших деревьев, и в выборку образцов, взятых с живых деревьев (Тишин, 2015).



М 1: 50 000

Рисунок 4.10. – Схема расположения ПП №№ 29, 30, 31

По результатам выполнения перекрестной датировки индивидуальных серий прироста получены две непрерывные древесно-кольцевые хронологии (рис.

4.11). У живых деревьев протяженность хронологии составила 116 лет (с 1903 по 2018 г.), а у усохших – 130 лет (с 1887 по 2016 г.).

Средний возраст выборочной совокупности деревьев составил 70 лет (табл. 4.9). Возраст самого старого погибшего дерева составил 117 лет, а живого – 116 лет.

Таблица 4.9. – Статистические показатели прироста и возраста деревьев, использованных для построения хронологий

Статистический показатель	Значения		
	Живые деревья	Усохшие деревья	Общие
Средний возраст (A_{cp}), лет	70±9	71±9	70±6
Минимальный возраст (A_{min}), лет	33	38	33
Максимальный возраст (A_{max}), лет	116	117	117
Средняя ширина кольца, 0,01 мм	153±4,5	170±4,3	161±3,2
Минимальная ширина кольца, 0,01 мм	1	1	1
Максимальная ширина кольца, 0,01 мм	955	534	955
Стандартное отклонение (σ), 0,01 мм	125,4	108,5	118,4
Коэффициент вариации, %	81,9	63,9	73,7
Средний коэффициент синхронности (S), %	51 (отсутствует)	54 (отсутствует)	52 (отсутствует)
Средний межсерийный коэффициент корреляции (R_{bt})	0,302	0,320	0,309
Средний коэффициент чувствительности (K_s)	0,013	0,013	-
Отношение «сигнал-шум» (SNR)	5,19	4,71	-
Выраженный сигнал популяции (EPS)	0,83	0,82	-

Прирост усохших деревьев в среднем выше, чем живых (на 0,17 мм). Указанное также подтверждается материалами рисунка. Однако максимальное значение прироста обнаружено у живого дерева (9,55 мм).

Значения прироста характеризуются значительным разбросом. Изменчивость значений у живых деревьев выше на 18 %, чем у усохших, а степень вариации у живых деревьев является значительной. У усохших деревьев степень вариации заметная.

В целом синхронность между хронологиями отсутствует. Однако между двумя отдельными деревьями синхронность достигает 69 % (средний уровень). Отсутствие синхронности указывает на значительную дифференциацию деревьев

в пределах отдельных рангов доминирования. Значительный уровень изменчивости свидетельствует об оптимальном сочетании факторов среды. На оптимальные условия среды указывает также хороший прирост, наблюдающийся в последние десятилетия (рис. 4.10). Ранее учеными установлено, что с улучшением условий местопроизрастания увеличивается конкуренция, приводящая к усилению расслоения популяции на ценотически неоднородные группы (Сукачев, 1953).

Корреляционная связь между сериями приростов средняя. При этом между рядами приростов усохших деревьев связь выше, чем между рядами приростов живых деревьев.

Коэффициент чувствительности характеризует относительную величину межгодичной изменчивости прироста в сериях годовых колец индивидуальных хронологий. Средние значения коэффициента чувствительности обеих хронологий крайне низкие. Полученные значения свидетельствуют об отсутствии чувствительности к воздействию внешних условий, как у живых, так и у погибших деревьев.

Еще одним показателем, оценивающим влияние внешних факторов на рост деревьев, является отношение «сигнал-шум». Это отношение объяснимых изменений, обусловленных климатом, к изменениям, вызванным случайными факторами (Тишин, 2015). Низкие значения указанного показателя свидетельствуют об отсутствии влияния внешних факторов на рост деревьев. Следует отметить, что отношение сигнала к шуму у живых деревьев немного выше, чем у усохших.

Выраженный сигнал популяции является критерием оценки надежности хронологии. Его величина показывает, в какой степени реальная хронология отражает гипотетическую. Хронология считается достаточно надежной при $EPS \geq 0,85$ (Тишин, 2015). Полученные нами значения близки к указанной величине.

Усыхание деревьев произошло в различные временные периоды: 33 % деревьев усохло в период с 2001 по 2004 гг., 11 % усохло в 2011 году, 33 % деревьев – в 2015 году, 23 % деревьев – в 2016 году. Наличие усыхающих

деревьев и свежего сухостоя на ПП в 2018 году свидетельствует о продолжении процесса усыхания ели (приложения 6-7).

Материалы рисунка 4.10 свидетельствуют, что у погибших деревьев не наблюдалось снижения прироста в последние годы жизни. Деревья чувствовали себя достаточно хорошо, и их средний прирост не снижался ниже 1 мм, а иногда превышал 2,5 мм. Данное обстоятельство позволяет сделать вывод, что процесс усыхания дерева происходит стихийно, спонтанно, сразу после действия фактора, вызывающего гибель. Следовательно, влияние предрасполагающих (долгодействующих) факторов на усыхание ели можно исключить. В данную группу факторов ученые (Matzner, Ulrich, 1985) выделяют следующие: климат и хроническое воздействие воздушных загрязнителей низкой концентрации.

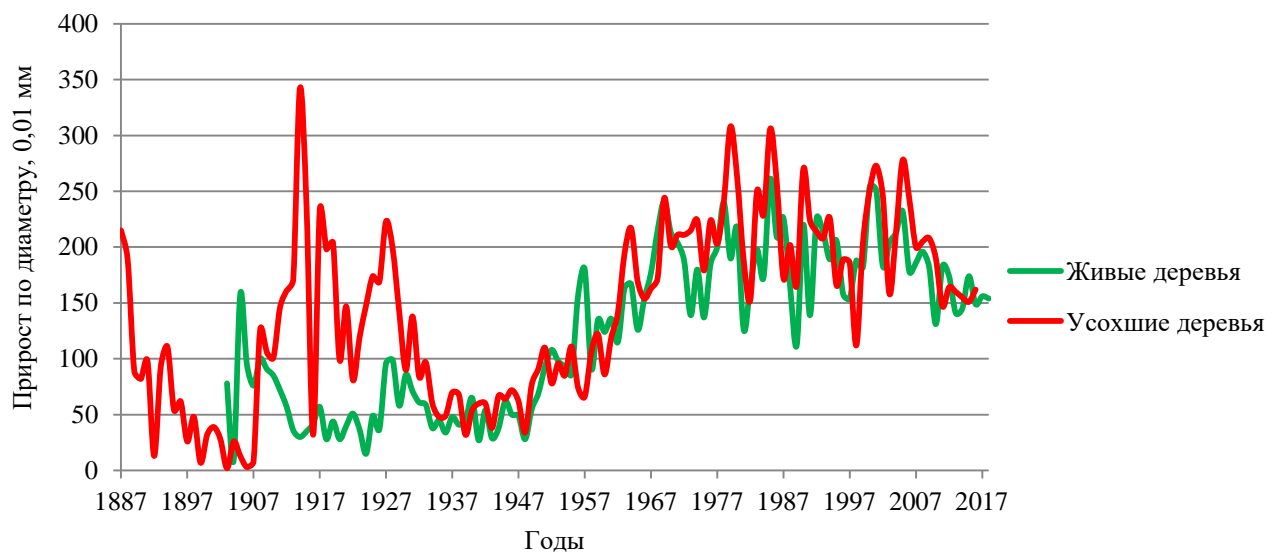


Рисунок 4.11. – Древесно-кольцевые хронологии живых и усохших деревьев ели

В течение 10 лет (с 1897 по 1907 гг.) деревья, которые впоследствии усохли, имели крайне низкие приросты (значение не превышало 0,5 мм). Затем приросты у данной категории деревьев значительно увеличились и были намного выше, чем у выживших впоследствии деревьев. Такое же явление было отмечено в 1930-40-е годы, когда у всех деревьев был низкий прирост. Это объясняется низким количеством осадков в период с 1930 по 1947 гг. (Шкляев, Шкляева, 2011).

Прирост начал увеличиваться с 1949 г. и в последние десятилетия характеризовался высокими значениями. Следует отметить, что корреляционная связь между двумя обобщенными хронологиями средняя ($R=0,623$), а синхронность отсутствует (значение синхронности составляет 52 %).

Начальная зона усыхания кроны может быть различной: крона может начать усыхать с нижних ветвей (рис. 4.12), с верхних ветвей (рис. 4.13) или со средней части кроны (рис. 4.14).

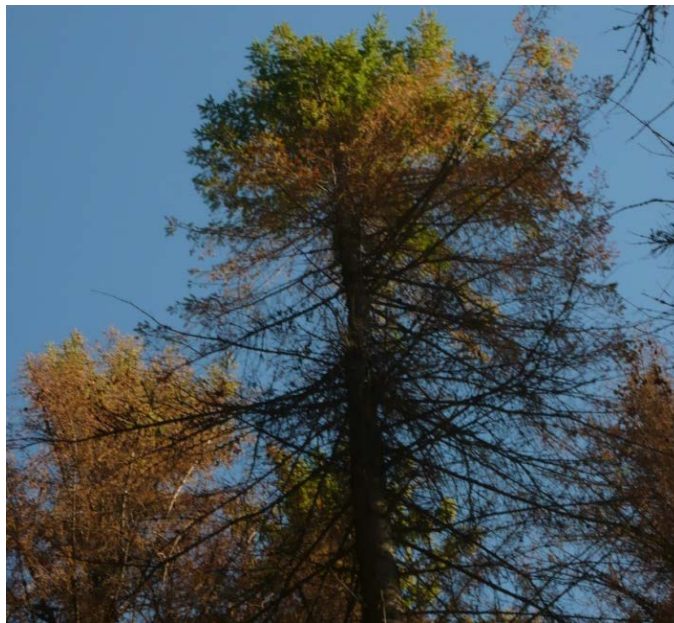


Рисунок 4.12. – Усыхающее дерево на ПП 18

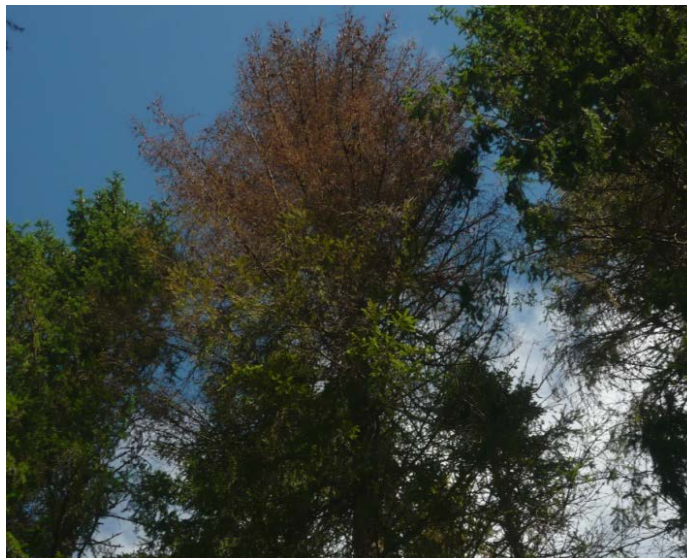


Рисунок 4.13. – Усыхающее дерево на ПП 8

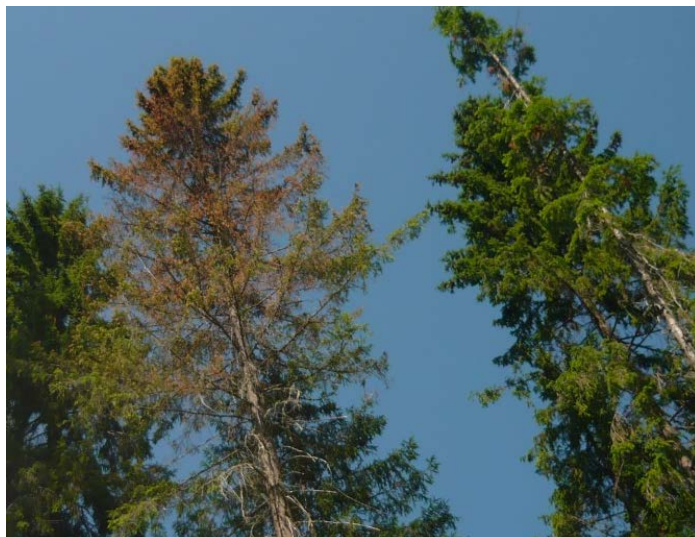


Рисунок 4.14. – Усыхающее дерево на ПП 17

Выводы

1. Ель является преобладающей лесообразующей породой района исследования. В зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края сокращается площадь приспевающих и спелых еловых древостоев, увеличивается площадь молодняков 1 класса возраста, уменьшается средний возраст еловых древостоев. Таким образом, наблюдается омоложение еловых древостоев.

Динамика сокращения площади ельников на примере Чайковского лесничества описывается уравнением:

$$y = 0,0009x^2 - 3,9673x + 4360,5$$

где x – год; y – занимаемая доля еловыми насаждениями от общей лесопокрытой площади, %. Справедливость уравнения динамики подтверждается высоким значением коэффициента детерминации ($R^2 = 0,9839$). Уравнение справедливо для пределов изменения переменной x [1940...1993], переменной y [17...39].

2. Усыхание ельников на юге Пермского края наблюдается с 1945 года. С этого времени незначительные очаги усыхания ели возникали постоянно. Массовые усыхания еловых лесов возникают периодически через 10-12 лет. При этом проведение выборочных санитарных рубок не приводило к улучшению санитарного состояния еловых древостоев.

3. Зараженность почв корневой губкой не имела значительного распространения. Динамика сокращения площадей насаждений, поврежденных корневой губкой, в Чайковском лесничестве Пермского края описывается экспоненциальной функцией:

$$y = 2E + 308e^{-0,533x}$$

где x – год; y – площадь очага корневой губки в определенном году, га. Справедливость уравнения динамики подтверждается высоким значением коэффициента детерминации ($R^2 = 0,9439$). Уравнение справедливо для пределов изменения переменной x [1973...1980], переменной y [931...20].

4. Последняя вспышка усыхания ельников наблюдается после 2010 г. В период с 2010 по 2017 гг. в Кишертском, Куединском, Октябрьском, Осинском, Очерском и Чайковском лесничествах Пермского края выполнены санитарные рубки в ельниках на площади 23837,3 га с охватом 2229 лесных участков. При этом наблюдается общая тенденция увеличения со временем площади сплошных санитарных рубок.

5. Средневзвешенный балл санитарного состояния ели в очагах усыхания на юге Пермского края варьирует от 2,3 (ослабленная) до 5 (погибшая). Совокупность значений средневзвешенного балла санитарного состояния в очагах усыхания описывается нормальным распределением. Запас сухостоя в очагах усыхания ели по югу Пермского края варьирует от 8 до 100 %. Запас сухостоя ели в здоровых насаждениях не превышает 4 %.

6. На территории Пермского края встречаются все типы усыхания ели: диффузно-рассеянное, куртинно-групповое и сплошное. При этом доминирует куртинно-групповой характер усыхания ели.

7. Снижения прироста перед гибелью у деревьев ели не наблюдается, это свидетельствует о том, что процесс усыхания ели происходит стихийно, сразу после действия губительного фактора. Указанное позволяет исключить влияние долгодействующих факторов: хроническое воздействие воздушных поллютантов низкой концентрации, климат. При этом отсутствие синхронности в росте деревьев свидетельствует об оптимальных условиях среды.

ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЕЛЬНИКОВ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

5.1. Влияние типа леса и типа лесорастительных условий на устойчивость ельников

Лесорастительные условия – это комплекс гидрологических, климатических, и почвенных факторов, обеспечивающих рост и развитие леса (Луганский и др., 2010б).

Тип леса – лесной участок или их совокупность, характеризующихся общим типом лесорастительных условий, одинаковым составом древостоев, одинаковой растительностью, требующих одних и тех же лесохозяйственных мероприятий при равных экономических условиях (Луганский и др., 2010б).

Ранее нами на примере Очерского лесничества (Иванчина, Залесов, 2017б; 2017в) было установлено, что с увеличением влажности и плодородия почв устойчивость ели к усыханию повышается. Аналогичные результаты получены другими авторами на примере северо-восточного Подмосковья (Бараненкова и др., 2017). В Московской области доля пораженных ельников в относительно низкотрофных условиях местопроизрастания значительно выше доли соответствующих насаждений в целом (Крылов, 2018). А в относительно высокотрофных условиях – значительно ниже. А.Д. Маслов (2010) утверждает, что короед-типограф, с которым неразрывно связан процесс усыхания ели, предпочитает свежие типы леса, а именно ельники зеленомошные, кисличные, разнотравные, приручьевые.

Влияние типа леса и типа лесорастительных условий рассмотрено на примере Осинского и Чайковского лесничеств Пермского края (табл. 5.1). Преобладают относительно высокотрофные свежие (C_2) лесорастительные условия (свыше 63 % от общей лесопокрытой площади лесничеств). При этом доминирующим типом леса является ельник липняковый (48 %).

Таблица 5.1. – Распределение общей лесопокрытой площади Осинского и Чайковского лесничеств и площади усохших насаждений по типам лесорастительных условий и по типам леса

Тип лесорастительных условий	Тип леса	Занимаемая площадь от общей лесопокрытой площади		Занимаемая площадь от площади усохших насаждений	
		га	%	га	%
A ₁	Сосняк лишайниковый (С. лш.)	351,2	0,13	-	-
A ₂	Сосняк брусничный (С. бр.)	609,3	0,22	-	-
A ₄	Сосняк долгомошный (С. дм.)	800,2	0,29	-	-
A ₅	Сосняк осоко-сфагновый (С. осф.)	147,6	0,05	-	-
	Сосняк осоко-хвощевый (С. охв.)	81,0	0,03	-	-
	Сосняк сфагновый (С. сф.)	83,0	0,03	-	-
Итого по ТЛУ		311,6	0,11	-	-
B ₂	Сосняк липняковый (С. лп.)	22553,2	8,06	135,1	1,63
	Сосняк зеленомошный (С. зм.)	26884,6	9,61	1310	15,77
	Ельник зеленомошный (Е. зм.)	12009,3	4,29	1653,5	19,90
Итого по ТЛУ		61447,1	21,96	3098,6	37,30
B ₃	Сосняк черничный (С. ч.)	532,7	0,19	15	0,18
	Ельник черничный (Е. ч.)	223,6	0,08	27	0,32
Итого по ТЛУ		756,3	0,27	42	0,50
B ₄	Ельник долгомошный (Е. дм.)	604,8	0,22	-	-
	Ельник осоко-хвощевый (Е. охв.)	154,3	0,05	-	-
	Ольшаник пойменный (Ол. пм.)	2803,2	1,00	-	-
Итого по ТЛУ		3562,3	1,27	-	-
B ₅	Березняк осоковый (Б. ос.)	72,1	0,02	-	-
	Березняк осоко-сфагновый (Б. осф.)	10,0	0,003	-	-
	Ельник сфагновый (Е. сф.)	10,0	0,003	-	-
Итого по ТЛУ		92,1	0,03	-	-
C ₂	Липняк снытьевый (Лп. сн.)	5063,3	1,81	2	0,02
	Сосняк кисличный (С. к.)	8177,9	2,92	641,7	7,72
	Ельник кисличный (Е. к.)	30078,5	10,75	2270,6	27,33
	Ельник липняковый (Е. лп.)	134321,7	48,00	1841,4	22,16
Итого по ТЛУ		177641,4	63,48	4755,7	57,23
C ₃	Сосняк травяной (С. тр.)	2794,7	1,00	109,8	1,32
	Ельник травяной (Е. тр.)	26790,2	9,57	301,6	3,63
Итого по ТЛУ		29584,9	10,57	411,4	4,95
C ₄	Березняк пойменный (Б. пм.)	2759,2	0,99	1	0,01
	Ольшаник таволговый (Ол. тв.)	378,4	0,13	-	-
	Ельник лог (Е. лг.)	1465,1	0,52	6	0,07
Итого по ТЛУ		4602,7	1,64	7	0,08
D ₂	Дубняк травяной (Д. тр.)	62	0,02	-	-
Всего		279821,1	100	8307,7	100

Наименьшую долю занимают высокотрофные свежие условия местопроизрастания (D_2) (0,02 %). Среди типов леса наименьшую долю занимают ельник сфагновый (Е. сф.) и березняк осоко-сфагновый (Б. осф.) (по 0,003 %).

Наименее устойчивыми к усыханию являются древостои, произрастающие в относительно низкотрофных свежих условиях местопроизрастания (B_2) (занимаемая доля от площади усохших насаждений в 1,7 раз превышает долю от общей площади насаждений, произрастающих в указанных условиях). Аналогичная ситуация наблюдается в относительно низкотрофных влажных лесорастительных условиях (B_3).

В относительно высокотрофных свежих (C_2), влажных (C_3) и сырых (C_4) условиях местопроизрастания наблюдается обратная ситуация: доля усохших насаждений в указанных лесорастительных условиях значительно меньше доли насаждений, произрастающих в данных условиях (на 6,25 %, в 2 и в 20,5 раз соответственно).

Усыханию подвержены еловые насаждения многих типов леса (ельник зеленомошный, ельник кисличный, ельник липняковый, ельник травяной, ельник лог, ельник черничный). Подвержена ель усыханию и в сосняках (сосняк травяной, сосняк зеленомошный, сосняк кисличный, сосняк черничный и сосняк липняковый). Следует отметить, что сосновые насаждения указанных типов леса являются доминирующими среди сосняков Осинского и Чайковского лесничеств. Изредка ель усыхает в березняках и липняках.

Среди еловых насаждений наибольшим усыханием характеризуются насаждения ельника зеленомошного и ельника кисличного (доля усохших насаждений в 4,6 и в 2,5 раза превышает занимаемую долю от лесопокрытой площади лесничеств). Наиболее устойчивыми оказались насаждения ельника липнякового и ельника травяного: доля усохших насаждений значительно ниже доли лесопокрытой площади лесничеств (в 2,2 и в 2,6 раз соответственно). Аналогичная ситуация наблюдается в сосновых насаждениях: ель наименее устойчива в насаждениях сосняка зеленомошного и сосняка кисличного, а наиболее устойчива в насаждениях сосняка липнякового и сосняка травяного.

Среднее значение средневзвешенного балла санитарного состояния очагов усыхания ели, зафиксированных актами лесопатологического обследования 2017 г., уменьшается по мере улучшения типа лесорастительных условий (табл. 5.2).

Таблица 5.2. – Статистические показатели средневзвешенных баллов санитарного состояния в различных типах леса и типах лесорастительных условий (ТЛУ)

ТЛУ	Тип леса	Статистические показатели средневзвешенного балла санитарного состояния			
		количество, шт	минимум	максимум	среднее
В ₂	С.зм.	49	2,8	5,0	3,97±0,08
	Е.зм.	75	2,4	4,93	3,90±0,06
	С.лп.	3	3	4,18	3,69±0,43
Итого по ТЛУ		127	2,4	5,0	3,92±0,05
С ₂	С.к.	13	2,9	4,54	3,85±0,13
	Е.к.	109	2,8	4,67	3,88±0,04
	Е.лп.	89	2,8	5,0	3,93±0,06
Итого по ТЛУ		211	2,8	5,0	3,90±0,03
С ₃	Е.тр.	32	2,3	4,85	3,68±0,11

Наибольшая средняя величина средневзвешенного балла санитарного состояния зафиксирована в насаждениях сосняка зеленомошного (3,97), а наименьшая – в самых лучших условиях – в насаждениях ельника травяного (3,68).

Согласно материалам ПП (табл. 4.6, приложения 2, 6, 7), в большинстве случаев в насаждениях ельника зеленомошного древостои ели характеризуются сильно ослабленным санитарным состоянием (8 ПП из 11). Встретилась только одна ПП с ослабленным состоянием елового древостоя. Следует отметить, что при подборе объектов исследования нами здоровые насаждения ельника зеленомошного не обнаружены.

Количество насаждений липнякового и кисличного типов леса с ослабленным состоянием древостоев ели заметно выше, чем количество аналогичных насаждений зеленомошного типа леса. Среди ельников липняковых и кисличных встречаются здоровые насаждения.

Таким образом, с увеличением влажности и плодородия почв устойчивость ельников к усыханию повышается.

5.2. Влияние возраста еловых древостоев на их устойчивость

В научной литературе имеются различные сведения о возрастной структуре усыхающих еловых древостоев. В Архангельской области, в лесах междуречья Северной Двины и Пинеги, усыхание происходит преимущественно в разновозрастных ельниках с явно выраженным перестойным поколением (Коптев, 2014). Однако именно разновозрастные ельники с перестойным поколением ели господствуют в северной тайге (Сурина, Сеньков, 2015). На Дальнем Востоке, согласно сведениям Ю.И. Манько (1987), более интенсивному усыханию подвержены одновозрастные древостои, по сравнению с разновозрастными.

В Пермском крае преобладают одновозрастные ельники (табл. 5.3).

Таблица 5.3. – Распределение ельников с одинаковыми таксационными показателями по группам одновозрастных и разновозрастных древостоев в целом по Чайковскому лесничеству и в очагах усыхания ели

Состав	№ выборки	Тип леса	Бонитет	Полнота	Главная порода	В целом по лесничеству				Из них усохло			
						количество выделов, шт/%		площадь, га/%		количество выделов, шт/%		площадь, га/%	
						одновозрастные	разновозрастные	одновозрастные	разновозрастные	одновозрастные	разновозрастные	одновозрастные	разновозрастные
Смешанный	1	Ельник зеленомошный	II	0,6	Е	<u>67</u> 79,8	<u>17</u> 20,2	<u>427,5</u> 64,9	<u>231,2</u> 35,1	<u>53</u> 84,1	<u>10</u> 15,9	<u>338,5</u> 79,1	<u>89,4</u> 20,9
	2	Ельник кисличный	II	0,6	Е	<u>233</u> 80,6	<u>56</u> 19,4	<u>1693,9</u> 74,5	<u>580,1</u> 25,5	<u>83</u> 78,3	<u>23</u> 21,7	<u>565,8</u> 74,0	<u>199</u> 26,0
	3		I	0,6	Е	<u>134</u> 95,7	<u>6</u> 4,3	<u>1469,8</u> 94,5	<u>84,8</u> 5,5	<u>13</u> 86,7	<u>2</u> 13,3	<u>173,5</u> 89,8	<u>19,6</u> 10,2
	4	Ельник липняковый	I	0,6	Е	<u>110</u> 95,7	<u>5</u> 4,3	<u>2096,1</u> 94,6	<u>119,1</u> 5,4	<u>5</u> 83,3	<u>1</u> 16,7	<u>93,2</u> 90,7	<u>9,5</u> 9,3
	5		II	0,6	Е	<u>262</u> 78,9	<u>70</u> 21,1	<u>2736,4</u> 69,8	<u>1181,7</u> 30,2	<u>30</u> 71,4	<u>12</u> 28,6	<u>611,2</u> 77,3	<u>179,1</u> 22,7
	6	Ельник травяной	II	0,6	Е	<u>125</u> 75,8	<u>40</u> 24,2	<u>1177,2</u> 80,5	<u>284,7</u> 19,5	<u>14</u> 77,8	<u>4</u> 22,2	<u>126,4</u> 66,5	<u>63,6</u> 33,5

С целью установления возрастной структуры усыхающих ельников Прикамья сравнивалась площадь ельников, имеющих на территории Чайковского лесничества с определенными таксационными показателями, с площадью усохших ельников с аналогичными показателями.

В результате установлено, что нет определенной закономерности в возрастной структуре усыхающих ельников. Усыханию одинаково подвержены как одновозрастные древостои, так и разновозрастные. В группах ельников с одинаковыми таксационными показателями среди усохших может преобладать доля одновозрастных (№№ 1, 5), может преобладать доля разновозрастных (№№ 3, 4, 6) или доля тех и других может быть одинаковой (№ 2).

Для установления поколения ели, наиболее подверженного усыханию в разновозрастных ельниках, подобраны усохшие выделы различных типов леса, с одинаковой полнотой (относительная полнота - 0,6) и с одинаковым классом бонитета (2 класс бонитета) (табл. 5.4).

Таблица 5.4. – Средневзвешенный балл санитарного состояния и доля сухостоя ели в усохших разновозрастных ельниках

Тип леса	№	Состав древостоя	Элемент леса	Возраст, лет	Балл	Доля сухостоя, %	Элемент леса	Возраст, лет	Балл	Доля сухостоя, %
Ельник травяной	1	4ЕЗП1Е2Б+Ос	4Е	85	2,9	6,9	1Е	60	2,8	4,4
	2	6Е2П2Е+Б	6Е	75	3,6	51	2Е	120	4,1	65
	3	4Е1П1ЕЗБ1Олс	4Е	70	3,6	52	1Е	100	3,5	45
	4	4Е2П1ЕЗБ	4Е	85	3,3	28,3	1Е	50	2,5	4,7
	5	6Е2П2Е+Б	6Е	75	3,5	47	2Е	120	4,1	65
Ельник липняковый	6	4Е2П2Е1Б1Лп+Лп	4Е	75	3,6	44	2Е	110	4,2	63
	7	3Е1П2Е1ПЗБ	3Е	75	4	48	2Е	125	4	59
	8	3Е2П2Е2Лп1Б	3Е	75	4,3	42	2Е	50	4	38
	9	2Е2П2Е2Лп1Б1Ос	2Е	70	2,8	17	2Е	110	2,8	17
Ельник кисличный	10	5Е1С2Е2Б+Ос+П	5Е	70	3,09	10,4	2Е	100	3,3	18,8
	11	5Е1П2Е2Б	5Е	75	4,1	31	2Е	50	3,2	5
	12	2Е2П1Е1П2Б2Ос	2Е	45	2,2	4,9	1Е	75	2,9	9
	13	4Е4П1Е1Ос	4Е	60	2,8	10	1Е	90	3,2	14
Ельник зеленомошный	14	5ЕЗЕ1П1Б+С	5Е	85	4,2	27	3Е	50	3,2	0
	15	4Е2Е2С2Б+Ос	4Е	60	3,9	45	2Е	120	3,8	40
	16	5Е1Е4С	5Е	70	4,4	60	1Е	130	3,9	64

Во всех случаях, когда господствует старшее поколение ели, доля сухостоя и средневзвешенный балл санитарного состояния старшего поколения выше аналогичных показателей младшего поколения ели. Преобладающий элемент леса, имеющий более высокий возраст, наименее устойчив к усыханию по сравнению со вторым, более молодым, элементом леса. В большинстве случаев менее устойчивым к усыханию является старшее поколение ели (№№ 1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14), либо оба поколения одинаково подвержены усыханию (№№ 7, 9). Иногда доля сухостоя среди деревьев старшего поколения меньше доли сухостоя в молодом поколении (№№ 3, 15, 16).

Согласно сведениям Е.Г. Малаховой и А.М. Крылова (2012), в Московской области усыханию наиболее подвержены еловые древостои 5 и 6 классов возраста.

В Осинском и Чайковском лесничествах Пермского края произрастают одновозрастные еловые древостои семи классов возраста (табл. 5.5).

Таблица 5.5. – Распределение площади одновозрастных ельников Осинского и Чайковского лесничеств по классам возраста, га/%

Тип леса	Распределение площади по классам возраста							Итого
	1	2	3	4	5	6	7	
Ельник долгомошный	-	<u>133,2</u> 34,7	<u>23,4</u> 6,1	<u>6,7</u> 1,7	<u>20,8</u> 5,4	<u>168,7</u> 43,9	<u>31,1</u> 8,1	<u>383,9</u> 100
Ельник зеленомошный	<u>853,9</u> 8,6	<u>263</u> 2,6	<u>3722,2</u> 37,4	<u>4335,9</u> 43,5	<u>623,5</u> 6,2	<u>88</u> 0,9	<u>77,9</u> 0,8	<u>9964,4</u> 100
Ельник кисличный	<u>954,5</u> 5,4	<u>464,9</u> 2,6	<u>3807,1</u> 21,7	<u>10029,2</u> 57,1	<u>1437,7</u> 8,2	<u>662,6</u> 3,8	<u>215,9</u> 1,2	<u>17571,9</u> 100
Ельник лог	<u>20,3</u> 2,8	<u>3,0</u> 0,4	<u>54,2</u> 7,6	<u>83,4</u> 11,7	<u>177</u> 24,8	<u>234,7</u> 32,8	<u>142,2</u> 19,9	<u>714,8</u> 100
Ельник липняковый	<u>10278,8</u> 22,7	<u>10310,2</u> 22,8	<u>5087,8</u> 11,2	<u>8606,3</u> 19,0	<u>4135,8</u> 9,1	<u>5187,3</u> 11,5	<u>1669,7</u> 3,7	<u>45275,9</u> 100
Ельник осоко-хвощевый	<u>1,0</u> 0,7	-	<u>3,7</u> 2,5	<u>7,1</u> 4,8	<u>32</u> 21,7	<u>37,8</u> 25,6	<u>66,1</u> 44,7	<u>147,7</u> 100
Ельник травяной	<u>1644,5</u> 12,9	<u>1343,9</u> 10,5	<u>2603,4</u> 20,3	<u>3606,5</u> 28,2	<u>1778,7</u> 13,9	<u>1416,8</u> 11,1	<u>397,5</u> 3,1	<u>12791,3</u> 100
Ельник черничный	<u>11,7</u> 6,7	<u>39,7</u> 22,8	<u>6,5</u> 3,7	<u>32,9</u> 18,9	<u>18,4</u> 10,6	<u>36,3</u> 20,9	<u>28,6</u> 16,4	<u>174,1</u> 100
Итого	<u>13764,7</u> 15,8	<u>12557,9</u> 14,4	<u>15308,3</u> 17,6	<u>26708</u> 30,7	<u>8223,9</u> 9,5	<u>7832,2</u> 9,0	<u>2629</u> 3,0	<u>87024</u> 100

При этом значительно по площади преобладают приспевающие ельники 4 класса возраста (30,7 %). Наименее распространены перестойные ельники 7 класса возраста (3,0 %).

Усыханию во всех типах леса наиболее подвержены ельники 4 класса возраста (табл. 5.6). Доля усохших древостоев данного класса возраста почти в 2 раза превышает долю аналогичных древостоев в целом по лесничествам. Аналогичная ситуация наблюдается в ельниках 3 (превышает на 4,8 %) и 5 (превышает на 4,2 %) классов возраста. Крайне редко усыханию подвергаются молодняки 2 класса возраста.

Таблица 5.6. – Распределение площади усохших ельников Осинского и Чайковского лесничеств, зафиксированных актами лесопатологического обследования, по классам возраста, га/%

Тип леса	Распределение площади по классам возраста						Итого
	2	3	4	5	6	7	
Ельник зеленомошный	<u>4</u> 0,2	<u>494,7</u> 30,1	<u>936,8</u> 56,9	<u>89,5</u> 5,5	<u>73,1</u> 4,4	<u>48,4</u> 2,9	<u>1646,5</u> 100
Ельник кисличный	<u>4,7</u> 0,2	<u>390</u> 17,4	<u>1490,5</u> 66,6	<u>295,8</u> 13,2	<u>57,3</u> 2,6	<u>0,7</u> 0,03	<u>2239</u> 100
Ельник липняковый	-	<u>430,1</u> 22,2	<u>952,2</u> 49,3	<u>348,5</u> 18,0	<u>106,5</u> 5,5	<u>96,1</u> 5,0	<u>1933,4</u> 100
Ельник травяной	-	<u>67,5</u> 21,2	<u>126,6</u> 39,7	<u>113,8</u> 35,7	<u>3,8</u> 1,2	<u>6,9</u> 2,2	<u>318,6</u> 100
Ельник лог	-	-	-	-	-	<u>6</u> 100	<u>6</u> 100
Ельник черничный	-	-	<u>27</u> 100	-	-	-	<u>27</u> 100
Итого	<u>8,7</u> 0,1	<u>1382,3</u> 22,4	<u>3533,1</u> 57,3	<u>847,6</u> 13,7	<u>240,7</u> 3,9	<u>158,1</u> 2,6	<u>6170,5</u> 100

Наличие сильной и очень сильной корреляционной связи между распределениями (табл. 5.7) свидетельствует о том, что с увеличением площади ельников определенного класса возраста возрастает площадь усохших ельников аналогичного класса возраста и наоборот. Связь отсутствует только в насаждениях ельника липнякового.

Таблица 5.7. – Корреляционная связь между распределением ельников по классам возраста в целом по лесничествам и распределением площади усохших ельников по классам возраста в различных типах леса

Тип леса	Коэффициент корреляции	Оценка корреляции
Ельник зеленомошный	0,944	Очень сильная
Ельник кисличный	0,987	Очень сильная
Ельник липняковый	0,003	Отсутствует
Ельник травяной	0,753	Сильная
Итого	0,827	Сильная

При сравнении среднего возраста живых и усохших деревьев ели одновозрастных насаждений (табл. 5.8) установлено, что средний возраст живых и усохших деревьев значительно между собой не отличается. Средний возраст живых деревьев может быть немного больше среднего возраста погибших деревьев (ПП 3, 11, 13, 14, 15, 20, 26, 28), может быть равен ему (ПП 1, 24), а может быть немного меньше (ПП 4, 6, 7, 8, 10, 12, 18, 23, 27).

Таблица 5.8. – Средний возраст живых и усохших деревьев ели одновозрастных ельников

Тип леса	№ ПП	Год закладки ПП	Средний возраст, лет	
			Живых деревьев	Усохших деревьев
Ельник зеленомошный	11	2017	70±1	69±2
	12	2017	62±2	66±2
	15	2017	79±2	75±1
	18	2018	103±2	105±2
	23	2018	71±2	74±4
	24	2018	107±2	107±3
	26	2018	67±2	65±4
	27	2018	73±2	74±3
	28	2018	65±2	60±4
Ельник липняковый	1	2017	78±5	78±2
	3	2017	78±3	76±3
	6	2017	65±1	70±4
	7	2017	78±2	82±4
	20	2018	73±3	70±3
Ельник кисличный	4	2017	71±2	74±2
	8	2017	71±1	72±1
	10	2017	82±3	83±3
	13	2016	68±5	65±2
	14	2017	74±2	71±2

Таким образом, усыханию подвержены древостои всех групп возраста, в том числе изредка молодняки. В одинаковой степени усыхают одновозрастные и разновозрастные древостои. В разновозрастных древостоях в большинстве случаев наименее устойчивы к усыханию деревья старшего поколения ели. В отдельно взятом одновозрастном насаждении средний возраст живых и усохших деревьев значительно между собой не отличается.

5.3. Роль состава древостоев в устойчивости еловых насаждений

Состав древостоя – долевое участие лесообразующих пород (по запасу, сумме площадей поперечных сечений деревьев на высоте 1,3 м или их числу); определяется для древостоя каждого яруса и выражается в процентах или в единицах от 10 (Луганский и др., 2010б).

Примесь в ельниках других древесных пород в значительной степени объясняется мозаичностью почвенных условий. Так, в частности, под еловыми древостоями, в запасе которых значительную долю составляют лиственные породы, за счет ежегодного опада листвы формируются более плодородные почвы, чем в чистых хвойных древостоях. Значительная примесь лиственных пород свидетельствует о благоприятных почвенных условиях для произрастания ели. А примесь сосны свидетельствует о повышенной сухости почвы, а следовательно, более жестких условиях для произрастания ели.

Большинство авторов полагает, что смешанные насаждения характеризуются повышенной, по сравнению с чистыми, устойчивостью против неблагоприятных природных и антропогенных факторов (Луганский и др., 1995, Залесов и др., 2013). Однако некоторые авторы отмечают, что чистые по составу насаждения превосходят смешанные по производительности (Залесов и др., 2014).

Ранее нами (Иванчина, Залесов, 2017; Иванчина, Залесов, 2017а; Иванчина, 2017) на примере насаждений зеленомошного типа леса Очерского лесничества установлено, что при значительной примеси лиственных пород в составе древостоев устойчивость ели к усыханию повышается. При высокой примеси

сосны (от 20 %) устойчивость ели к усыханию понижается. Наиболее устойчивы к усыханию древостои с долевым участием ели до 10 %, а наименее – 50-60 %. Согласно сведениям А.М. Крылова (2018), доля пораженных ельников в Московской области возрастает по мере увеличения доли ели в составе древостоев.

Влияние состава древостоев на усыхание ели рассмотрено на примере насаждений двух типов леса – ельника зеленомошного (Очерское и Чайковское лесничества) и ельника кисличного (Чайковское лесничество).

Насаждения ельника зеленомошного имеют в своем составе, помимо ели, ещё 8 древесных пород, из них 5 – лиственные (рис. 5.1). При этом усыхания в древостоях, в которых произрастают такие сопутствующие породы, как лиственница, липа и ольха, не зафиксировано. Ельники кисличные имеют в своем составе 7 сопутствующих пород (рис. 5.2), при этом усыхания не зафиксировано в древостоях с участием ивы и ольхи.

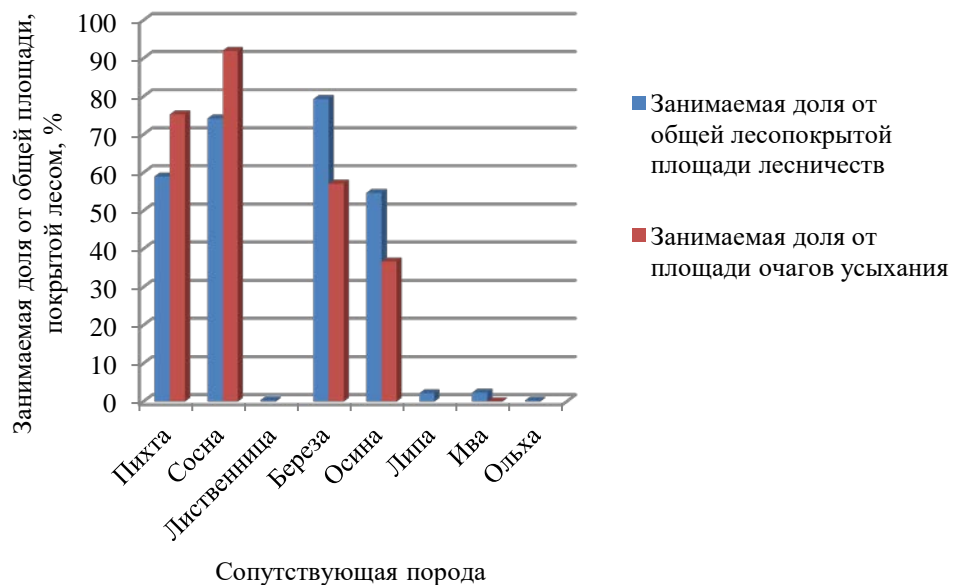


Рисунок 5.1. – Занимаемая доля от общей площади насаждений ельника зеленомошного с участием сопутствующих пород в составе древостоев в лесном фонде Очерского и Чайковского лесничеств и в очагах усыхания (сравнительная характеристика)

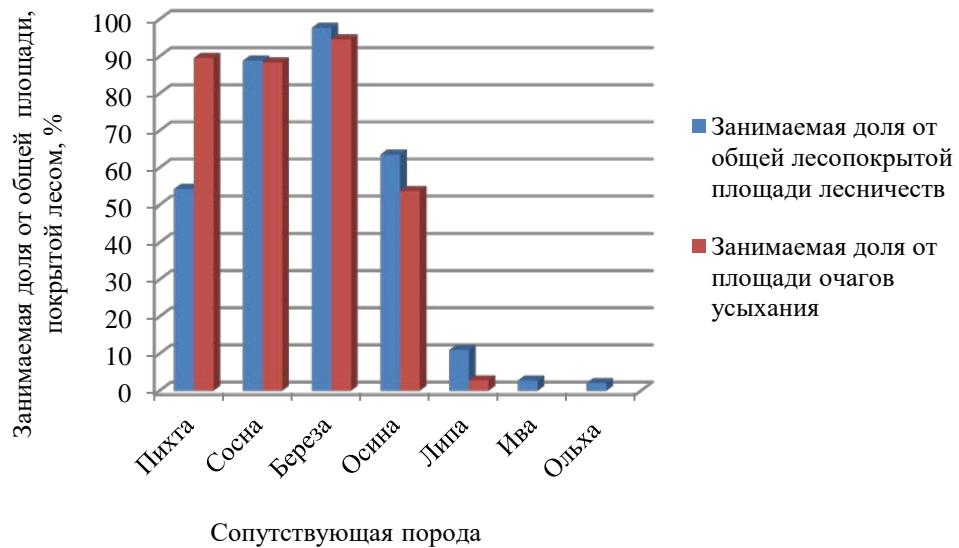


Рисунок 5.2. – Занимаемая доля от общей площади насаждений ельника кисличного с участием сопутствующих пород в составе древостоев в лесном фонде Чайковского лесничеств и в очагах усыхания (сравнительная характеристика)

Данные рис. 5.1 свидетельствуют, что если в целом на исследуемой территории береза произрастает в 79,3 % насаждений ельника зеленомошного, то в зафиксированных очагах усыхания доля насаждений с участием березы сокращается до 57,1 %. Аналогичная ситуация наблюдается в древостоях с примесью осины: в целом на территории Очерского и Чайковского лесничеств осина присутствует в 54,7 % насаждений ельника зеленомошного, а в очагах усыхания доля насаждений с участием осины составила 36,7 %. Для насаждений с примесью сосны в составе древостоев указанного типа леса характерна обратная закономерность: в целом по лесничествам доля насаждений с участием сосны составляет 74,2 %, а в очагах усыхания доля указанных насаждений увеличивается до 92 %.

Аналогичная ситуация наблюдается в насаждениях ельника кисличного: в насаждениях с примесью лиственных пород доля усохших насаждений ниже доли указанных насаждений в целом по лесничеству. Доля усохших древостоев с

участием сосны Чайковского лесничества значительно не отличается от доли аналогичных насаждений в целом по лесничеству (88,4 и 88,8 % соответственно).

Таким образом, наличие примеси лиственных пород свидетельствует о повышенной, а наличие примеси сосны о пониженной устойчивости ели к усыханию.

Изучено распределение ельников зеленомошного и кисличного типов леса по участию в составе древостоев ели, сосны и лиственных пород в целом по исследуемой территории, а также в очагах усыхания. При распределении учитывался возраст насаждений, при этом распределены только одновозрастные насаждения. С целью исключения влияния возраста разновозрастные ельники не учитывались.

Распределение ельников зеленомошных по доле участия ели в составе древостоев представлено на примере Чайковского лесничества (табл. 5.9). Доля участия ели в составе древостоев зеленомошного типа леса варьирует от 2-5 до 100 %. Наибольшая часть насаждений имеет 5 единиц ели в формуле состава (16,63 %). Усыхание зафиксировано в насаждениях с долей участия ели от 10 до 90 % (табл. 5.10).

Таблица 5.9. – Распределение одновозрастных ельников зеленомошных Чайковского лесничества по доле участия ели в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля ели в составе древостоев, %											Итого
	2-5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
1	-	<u>1,7</u> 2,14	<u>28,3</u> 35,64	<u>4,5</u> 5,67	<u>19,1</u> 24,06	<u>10,5</u> 13,22	<u>4,2</u> 5,29	<u>3,9</u> 4,91	<u>7,2</u> 9,07	-	-	<u>79,4</u> 100
2	-	<u>9,5</u> 9,56	<u>2</u> 2,01	<u>1,9</u> 1,91	<u>10,8</u> 10,87	<u>25,5</u> 25,65	<u>37,7</u> 37,93	<u>7,9</u> 7,95	<u>4,1</u> 4,12	-	-	<u>99,4</u> 100
3	<u>134</u> 12,61	<u>123,4</u> 11,62	<u>139</u> 13,09	<u>119,1</u> 11,21	<u>81,3</u> 7,65	<u>220,7</u> 20,78	<u>119,5</u> 11,25	<u>93,2</u> 8,77	<u>24,2</u> 2,28	<u>5,6</u> 0,53	<u>2,2</u> 0,21	<u>1062,2</u> 100
4	<u>148,7</u> 14,16	<u>220,9</u> 21,03	<u>117,7</u> 11,21	<u>94,3</u> 8,98	<u>243,6</u> 23,19	<u>106,1</u> 10,1	<u>80,1</u> 7,63	<u>25,7</u> 2,45	<u>13,1</u> 1,25	-	-	<u>1050,2</u> 100
5	-	-	-	<u>7,6</u> 19,29	<u>11</u> 27,92	<u>16,9</u> 42,89	<u>1,9</u> 4,82	<u>2</u> 5,08	-	-	-	<u>39,4</u> 100
6	-	-	-	-	-	<u>12,4</u> 45,59	<u>10,3</u> 37,87	<u>4,5</u> 16,54	-	-	-	<u>27,2</u> 100
Итого	<u>282,7</u> 11,99	<u>355,5</u> 15,08	<u>287</u> 12,17	<u>227,4</u> 9,64	<u>365,8</u> 15,51	<u>392,1</u> 16,63	<u>253,7</u> 10,76	<u>137,2</u> 5,82	<u>48,6</u> 2,06	<u>5,6</u> 0,24	<u>2,2</u> 0,09	<u>2357,8</u> 100

Таблица 5.10. – Распределение очагов усыхания в одновозрастных насаждениях ельника зеленомошного Чайковского лесничества по доле участия ели в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля ели в составе древостоев, %								Итого
	10	30	40	50	60	70	80	90	
3	<u>8</u> 4,83	-	<u>16,8</u> 10,17	<u>59,5</u> 36,02	<u>48,4</u> 29,3	<u>12,4</u> 7,51	<u>17</u> 10,29	<u>3,1</u> 1,88	<u>165,2</u> 100
4	-	<u>79</u> 32,89	<u>53,2</u> 22,14	<u>50,6</u> 21,07	<u>19</u> 7,91	<u>25,7</u> 10,7	<u>12,7</u> 5,29	-	<u>240,2</u> 100
5	-	-	-	<u>16,9</u> 81,25	<u>1,9</u> 9,13	<u>2</u> 9,62	-	-	<u>20,8</u> 100
6	-	-	-	<u>7,5</u> 74,26	<u>2,6</u> 25,74	-	-	-	<u>10,1</u> 100
Итого	<u>8</u> 1,83	<u>79</u> 18,1	<u>70</u> 16,04	<u>134,5</u> 30,83	<u>71,9</u> 16,48	<u>40,1</u> 9,19	<u>29,7</u> 6,81	<u>3,1</u> 0,71	<u>436,3</u> 100

В насаждениях с долей участия ели от 30 % площадь очагов усыхания превышает площадь аналогичных насаждений в целом по лесничеству. Средняя степень связи между распределениями подтверждается высоким значением коэффициента корреляции ($r=0,601$) (табл. 5.25). Указанное свидетельствует, что устойчивость ельников к усыханию падает с увеличением доли ели в составе древостоев.

Одновозрастные насаждения ельника зеленомошного с примесью в составе древостоев сосны в границах исследуемых лесничеств занимают 23153,3 га (табл. 5.11). При этом доля сосны варьирует от 2-5 до 80 %.

Значительная часть насаждений имеет примесь сосны не более 30 % от общего запаса древостоя. В насаждениях всех классов возраста преобладают древостои с долей сосны 10 и 20 %.

Усыхание ели в насаждениях с долей участия сосны 50, 70 и 80 % в условиях Очерского и Чайковского лесничеств актами лесопатологического обследования не зафиксировано (табл. 5.12), что объясняется незначительной долей указанных насаждений (менее 1 %).

Таблица 5.11. – Распределение одновозрастных ельников зеленомошных Чайковского и Очерского лесничеств по доле участия сосны в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля примеси сосны в составе древостоев, %									Итого
	2-5	10	20	30	40	50	60	70	80	
1	<u>78,6</u> 16,65	<u>186,6</u> 39,53	<u>136,1</u> 28,83	<u>45,6</u> 9,66	<u>25,1</u> 5,32	-	-	-	-	<u>472</u> 100
2	<u>59,4</u> 10,04	<u>280,8</u> 47,44	<u>176,1</u> 29,75	<u>49,5</u> 8,36	<u>23,2</u> 3,92	-	<u>2,9</u> 0,49	-	-	<u>591,9</u> 100
3	<u>713,8</u> 8,03	<u>2575,6</u> 28,97	<u>3282,9</u> 36,92	<u>1561,4</u> 17,56	<u>555,9</u> 6,25	<u>91,7</u> 1,03	<u>18,4</u> 0,21	<u>48,4</u> 0,54	<u>43</u> 0,48	<u>8891,1</u> 100
4	<u>1136,5</u> 10,29	<u>3739</u> 33,86	<u>3634,1</u> 32,91	<u>1920,5</u> 17,39	<u>495,6</u> 4,49	<u>17,6</u> 0,16	<u>59,6</u> 0,54	<u>9,1</u> 0,08	<u>30,6</u> 0,28	<u>11042,6</u> 100
5	<u>261</u> 13,37	<u>666,8</u> 34,16	<u>707</u> 36,22	<u>234,1</u> 11,99	<u>59,1</u> 3,03	-	<u>24</u> 1,23	-	-	<u>1952</u> 100
6	<u>24,2</u> 18,29	<u>40,7</u> 30,76	<u>47,8</u> 36,13	<u>3,6</u> 2,72	<u>11</u> 8,31	<u>5</u> 3,78	-	-	-	<u>132,3</u> 100
7	-	<u>16,1</u> 22,55	<u>51,4</u> 71,99	<u>2,8</u> 3,92	-	-	-	-	<u>1,1</u> 1,54	<u>71,4</u> 100
Итого	<u>2273,5</u> 9,82	<u>7505,6</u> 32,42	<u>8035,4</u> 34,71	<u>3817,5</u> 16,49	<u>1169,9</u> 5,05	<u>114,3</u> 0,49	<u>104,9</u> 0,45	<u>57,5</u> 0,25	<u>74,7</u> 0,32	<u>23153,3</u> 100

Таблица 5.12. – Распределение очагов усыхания одновозрастных насаждений ельника зеленомошного Чайковского и Очерского лесничеств по доле участия сосны в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля примеси сосны в составе древостоев, %						Итого
	2-5	10	20	30	40	60	
3	-	<u>146</u> 25,43	<u>250,1</u> 43,56	<u>123,2</u> 21,46	<u>54,8</u> 9,55	-	<u>574,1</u> 100
4	<u>6,5</u> 0,48	<u>233,1</u> 17,05	<u>694</u> 50,76	<u>325,5</u> 23,81	<u>105,2</u> 7,69	<u>3</u> 0,22	<u>1367,3</u> 100
5	-	<u>46,5</u> 47,06	-	<u>38,6</u> 39,07	<u>13,7</u> 13,87	-	<u>98,8</u> 100
6	-	<u>7,5</u> 74,26	<u>2,6</u> 25,74	-	-	-	<u>10,1</u> 100
7	-	<u>1,3</u> 6,28	<u>19,4</u> 93,72	-	-	-	<u>20,7</u> 100
Итого	<u>6,5</u> 0,31	<u>434,4</u> 20,98	<u>966,1</u> 46,65	<u>487,3</u> 23,53	<u>173,7</u> 8,39	<u>3</u> 0,14	<u>2071</u> 100

Материалы таблиц 5.11 и 5.12 свидетельствуют, что доля усохших одновозрастных насаждений ельника зеленомошного с примесью сосны обыкновенной 2-5 и 10 % не превышает долю аналогичных одновозрастных насаждений лесопокрытой площади Очерского и Чайковского лесничеств Пермского края. Наиболее подвержены усыханию ельники при участии сосны в составе древостоев от 20 %. При участии сосны от 20 % доля усохших насаждений значительно превышает долю аналогичных насаждений в целом на исследуемой территории (при участии сосны 20 % превышает на 11,94 %, при участии 30 % - на 7,04 %, при участии сосны 40 % - на 3,34 %). При этом высокое значение коэффициента корреляции ($r=0,814$) свидетельствует о тесной зависимости между распределением насаждений по доле примеси сосны в целом по лесничествам и распределением насаждений по участию сосны в составе древостоев в очагах усыхания ели.

Таким образом, при высокой доле сосны в составе еловых древостоев, а следовательно, при повышенной сухости почвы, вероятность усыхания ели повышается.

Доля примеси березы в насаждениях ельника зеленомошного варьирует от 2-5 до 100 % (табл. 5.13). Большинство еловых насаждений зеленомошного типа леса имеют примесь березы одну (28,2 %) и две (25,9 %) единицы в формуле состава.

Усыхание ели не наблюдается в насаждениях с долей участия березы в составе древостоев ельника зеленомошного свыше 50 % (табл. 5.14).

Максимальной долей усыхания характеризуются насаждения с участием березы в составе древостоев 10 %, на которые приходится 44,4 % общей площади очагов усыхания, зафиксированных в ельнике зеленомошном. Следует отметить, что доля ельников с примесью березы 10 % на исследуемой территории не превышает 28,2 %.

При участии березы в составе древостоев 20 % доля усохших ельников превышает долю аналогичных насаждений в лесном фонде Очерского и Чайковского лесничеств на 6,14 %.

Таблица 5.13. – Распределение одновозрастных ельников зеленомошных Чайковского и Очерского лесничеств по доле примеси березы в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля примеси березы в составе древостоев, %											Итого
	2-5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
1	<u>26,5</u>	<u>52,2</u>	<u>319,5</u>	<u>398,7</u>	<u>342,8</u>	<u>171</u>	<u>149,6</u>	<u>40,5</u>	<u>37,1</u>	-	<u>3,3</u>	<u>1541,2</u>
	1,7	3,4	20,7	25,9	22,2	11,1	9,7	2,6	2,4	-	0,2	100
2	<u>41,1</u>	<u>138,3</u>	<u>367</u>	<u>201,2</u>	<u>127,5</u>	<u>100,9</u>	<u>33,2</u>	<u>74,3</u>	<u>39,6</u>	<u>34,6</u>	<u>5</u>	<u>1162,7</u>
	3,5	11,9	31,6	17,3	11	8,7	2,9	6,4	3,4	3	0,4	100
3	<u>894,1</u>	<u>2702,5</u>	<u>2023,6</u>	<u>841,5</u>	<u>700</u>	<u>364,4</u>	<u>320,1</u>	<u>192,1</u>	<u>189,9</u>	<u>167,7</u>	<u>149,6</u>	<u>8545,5</u>
	10,5	31,6	23,7	9,8	8,2	4,3	3,7	2,2	2,2	2,0	1,7	100
4	<u>1110,9</u>	<u>3573</u>	<u>3235,1</u>	<u>1193,4</u>	<u>686,6</u>	<u>482,6</u>	<u>323</u>	<u>432,6</u>	<u>274,7</u>	<u>91,1</u>	<u>140,1</u>	<u>11543,1</u>
	9,6	30,9	28,0	10,3	5,9	4,2	2,8	3,7	2,4	0,8	1,2	100
5	<u>554</u>	<u>567,9</u>	<u>539,3</u>	<u>272,8</u>	<u>86,6</u>	<u>32,4</u>	<u>47,2</u>	<u>45,8</u>	<u>8,9</u>	-	-	<u>2154,9</u>
	25,7	26,3	25,0	12,6	4,0	1,5	2,2	2,1	0,4	-	-	100
6	<u>18</u>	<u>20,5</u>	<u>17</u>	<u>18,7</u>	<u>1,6</u>	-	-	-	-	-	-	<u>75,8</u>
	23,7	27,0	22,4	24,7	2,1	-	-	-	-	-	-	100
7	<u>4,7</u>	<u>5,7</u>	-	<u>1,6</u>	<u>26,1</u>	<u>2,8</u>	-	-	-	-	-	<u>40,9</u>
	11,5	13,9	-	3,9	63,8	6,8	-	-	-	-	-	100
Итого	<u>2649,3</u>	<u>7060,1</u>	<u>6501,5</u>	<u>2927,9</u>	<u>1971,2</u>	<u>1154,1</u>	<u>873,1</u>	<u>785,3</u>	<u>550,2</u>	<u>293,4</u>	<u>298</u>	<u>25064,1</u>
	10,6	28,2	25,9	11,7	7,9	4,6	3,5	3,1	2,2	1,2	1,2	100

Таблица 5.14. – Распределение очагов усыхания одновозрастных насаждений ельника зеленомошного Очерского и Чайковского лесничеств по доле участия березы в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля примеси березы в составе древостоев, %						Итого
	2-5	10	20	30	40	50	
3	<u>26,3</u>	<u>184,2</u>	<u>95,5</u>	<u>20,3</u>	<u>18,7</u>	<u>8</u>	<u>353</u>
	7,4	52,2	27,1	5,7	5,3	2,3	100
4	<u>86,5</u>	<u>371,6</u>	<u>265,9</u>	<u>114,3</u>	-	<u>11</u>	<u>849,3</u>
	10,2	43,7	31,3	13,5	-	1,3	100
5	<u>8,1</u>	<u>7,2</u>	<u>24</u>	-	-	-	<u>39,3</u>
	20,6	18,3	61,1	-	-	-	100
6	-	<u>2,6</u>	<u>7,5</u>	-	-	-	<u>10,1</u>
	-	25,7	74,3	-	-	-	100
7	-	-	<u>14,8</u>	<u>5,9</u>	-	-	<u>20,7</u>
	-	-	71,5	28,5	-	-	100
Итого	<u>120,9</u>	<u>565,6</u>	<u>407,7</u>	<u>140,5</u>	<u>18,7</u>	<u>19</u>	<u>1272,4</u>
	9,5	44,45	32,04	11,04	1,5	1,5	100

При участии березы от 30 % в составе древостоев наблюдается обратная ситуация: доля зафиксированных очагов усыхания не превышает аналогичную долю в целом по лесничествам.

Очень сильная зависимость между двумя распределениями насаждений по доле участия березы в составе древостоев подтверждается значением коэффициента корреляции ($r=0,983$).

Таким образом, с увеличением доли березы в составе древостоев ельника зеленомошного устойчивость насаждений к усыханию повышается.

По материалам лесоустройства Очерского и Чайковского лесничеств, доля примеси осины в ельниках зеленомошных варьирует от 2-5 до 90 % (табл. 5.15). При этом большинство еловых насаждений зеленомошного типа леса имеют примесь сосны 10 % (43,45 %) в составе древостоев.

Таблица 5.15. – Распределение одновозрастных ельников зеленомошных Чайковского и Очерского лесничеств по доле примеси осины в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля участия осины в составе древостоев, %										Итого
	2-5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
1	<u>43,6</u>	<u>145,8</u>	<u>441,4</u>	<u>111,3</u>	<u>180,5</u>	<u>37,3</u>	<u>19,4</u>	-	<u>13,6</u>	-	<u>992,9</u>
	4,4	14,7	44,5	11,2	18,2	3,7	1,9	-	1,4	-	100
2	<u>75,8</u>	<u>139,2</u>	<u>139</u>	<u>54,9</u>	<u>185,9</u>	<u>8,7</u>	<u>5,5</u>	<u>3,4</u>	<u>3,7</u>	-	<u>616,1</u>
	12,3	22,6	22,6	8,9	30,2	1,4	0,9	0,5	0,6	-	100
3	<u>905,5</u>	<u>2523,6</u>	<u>1381,2</u>	<u>302,7</u>	<u>178,1</u>	<u>167,8</u>	<u>28</u>	<u>28,7</u>	<u>4,4</u>	<u>1,3</u>	<u>5521,3</u>
	16,4	45,7	25,0	5,5	3,2	3,0	0,5	0,5	0,1	0,02	100
4	<u>1344,3</u>	<u>4163,8</u>	<u>2469,4</u>	<u>543,4</u>	<u>197,8</u>	<u>95,4</u>	<u>25,2</u>	<u>19,5</u>	<u>19,9</u>	-	<u>8878,7</u>
	15,1	46,9	27,8	6,1	2,2	1,1	0,3	0,2	0,2	-	100
5	<u>199,8</u>	<u>610,2</u>	<u>388,7</u>	<u>192,7</u>	<u>18,3</u>	<u>33,9</u>	-	-	-	-	<u>1443,6</u>
	13,8	42,3	26,9	13,3	1,3	2,3	-	-	-	-	100
6	-	<u>10</u>	<u>1</u>	-	-	-	<u>4,9</u>	-	-	-	<u>15,9</u>
	-	62,9	6,3	-	-	-	30,8	-	-	-	100
7	<u>8,2</u>	<u>1,7</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>9,9</u>
	82,8	17,2	-	-	-	-	-	-	-	-	100
Итого	<u>2577,2</u>	<u>7594,3</u>	<u>4820,7</u>	<u>1205</u>	<u>760,6</u>	<u>343,1</u>	<u>83</u>	<u>51,6</u>	<u>41,6</u>	<u>1,3</u>	<u>17478,4</u>
	14,75	43,45	27,58	6,89	4,35	1,96	0,47	0,3	0,24	0,01	100

Данные таблицы 5.16 свидетельствуют, что усыхание ели не зафиксировано в насаждениях с примесью осины свыше 40 %. Наиболее подвержены усыханию ельники зеленомошные с долей участия осины 2-5 и 10 % в составе древостоев: в указанных насаждениях доля усохших ельников значительно превышает долю

аналогичных насаждений в целом по лесному фонду Очерского и Чайковского лесничеств (на 6,8 и 23,7 % соответственно).

Таблица 5.16. – Распределение очагов усыхания одновозрастных насаждений ельника зеленомошного Очерского и Чайковского лесничеств по доле участия осины в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля примеси осины в составе древостоев, %					Итого
	2-5	10	20	30	40	
3	<u>99,7</u>	<u>163,4</u>	<u>8,8</u>	-	-	<u>271,9</u>
	36,7	60,1	3,2	-	-	100
4	<u>99,5</u>	<u>421,2</u>	<u>57,1</u>	<u>31</u>	<u>8,1</u>	<u>616,9</u>
	16,1	68,3	9,3	5,0	1,3	100
5	<u>1,8</u>	<u>31,2</u>	-	-	-	<u>33</u>
	5,5	94,5	-	-	-	100
7	-	<u>9,1</u>	-	-	-	<u>9,1</u>
	-	100	-	-	-	100
Итого	<u>201</u>	<u>624,9</u>	<u>65,9</u>	<u>31</u>	<u>8,1</u>	<u>930,9</u>
	21,59	67,13	7,08	3,33	0,87	100

При участии осины от 20 % наблюдается обратная ситуация: доля указанных насаждений в целом по лесному фонду лесничеств значительно превышает долю аналогичных насаждений в очагах усыхания ели. Высокий коэффициент корреляции ($r=0,850$) подтверждает тесную зависимость между исследуемыми показателями.

Таким образом, с увеличением доли участия лиственных пород в составе древостоев ельника зеленомошного устойчивость ели к усыханию повышается.

Аналогичные закономерности наблюдаются в насаждениях ельника кисличного (табл. 5.17-5.24). Зависимость между исследуемыми показателями подтверждается средними и высокими значениями коэффициентов корреляции.

Таблица 5.17. – Распределение одновозрастных ельников кисличных Чайковского лесничества по доле участия ели в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля ели в составе древостоев, %											Итого
	2-5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
1	<u>6,5</u> 2,63	<u>32,6</u> 13,19	<u>107,2</u> 43,36	<u>25</u> 10,11	<u>26,5</u> 10,73	<u>31,4</u> 12,7	<u>3,5</u> 1,42	<u>3,1</u> 1,25	<u>4,4</u> 1,78	-	<u>7</u> 2,83	<u>247,2</u> 100
2	<u>62,5</u> 21,28	<u>77,8</u> 26,49	<u>59,9</u> 20,39	<u>16,3</u> 5,55	<u>33,7</u> 11,48	<u>8,4</u> 2,86	<u>31,7</u> 10,79	<u>3,4</u> 1,16	-	-	-	<u>293,7</u> 100
3	<u>409,4</u> 8,98	<u>1113,6</u> 24,44	<u>1176,9</u> 25,83	<u>363</u> 7,97	<u>523,7</u> 11,49	<u>509,3</u> 11,18	<u>225,1</u> 4,94	<u>180</u> 3,95	<u>21,2</u> 0,46	<u>17,2</u> 0,38	<u>17,2</u> 0,38	<u>4556,6</u> 100
4	<u>253,6</u> 4,6	<u>1189,9</u> 21,57	<u>902,6</u> 16,36	<u>491</u> 8,9	<u>1533,5</u> 27,8	<u>764,4</u> 13,85	<u>305,4</u> 5,54	<u>57,9</u> 1,05	<u>16,1</u> 0,29	-	<u>2,1</u> 0,04	<u>5516,5</u> 100
5	-	<u>35,1</u> 7,3	<u>63,4</u> 13,18	<u>84,3</u> 17,52	<u>143,1</u> 29,75	<u>130,6</u> 27,15	<u>13,6</u> 2,83	<u>7,3</u> 1,52	<u>3,6</u> 0,75	-	-	<u>481</u> 100
6	-	-	-	<u>16,8</u> 47,59	<u>9,9</u> 28,05	-	<u>5,9</u> 16,71	-	<u>2,7</u> 7,65	-	-	<u>35,3</u> 100
7	-	-	-	-	<u>18,9</u> 87,91	<u>1,6</u> 7,44	<u>1</u> 4,65	-	-	-	-	<u>21,5</u> 100
Итого	<u>732</u> 6,56	<u>2449</u> 21,96	<u>2310</u> 20,71	<u>996,4</u> 8,93	<u>2289,3</u> 20,53	<u>1445,7</u> 13,0	<u>586,2</u> 5,26	<u>251,7</u> 2,25	<u>48</u> 0,43	<u>17,2</u> 0,14	<u>26,3</u> 0,23	<u>11151,8</u> 100

Таблица 5.18. – Распределение очагов усыхания одновозрастных насаждений ельника кисличного Чайковского лесничества по доле участия ели в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля ели в составе древостоев, %									Итого
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
3	<u>5,1</u> 2,09	<u>2,8</u> 1,15	<u>82,2</u> 33,69	<u>66</u> 27,05	<u>40,2</u> 16,47	<u>40</u> 16,39	-	<u>3</u> 1,23	<u>4,7</u> 1,93	<u>244</u> 100
4	<u>22,2</u> 3,9	<u>31</u> 5,45	<u>245,1</u> 43,08	<u>124,8</u> 21,95	<u>121,2</u> 21,3	<u>14,8</u> 2,6	<u>9,8</u> 1,72	-	-	<u>568,9</u> 100
5	-	<u>6,4</u> 4,76	<u>61,7</u> 45,87	<u>41,9</u> 31,15	<u>13,6</u> 10,11	<u>7,3</u> 5,43	<u>3,6</u> 2,68	-	-	<u>134,5</u> 100
Итого	<u>27,3</u> 2,88	<u>40,2</u> 4,24	<u>389</u> 41,06	<u>232,7</u> 24,57	<u>175</u> 18,47	<u>62,1</u> 6,55	<u>13,4</u> 1,41	<u>3</u> 0,32	<u>4,7</u> 0,5	<u>947,4</u> 100

В условиях ельника кисличного с увеличением доли ели в составе древостоев устойчивость ели к усыханию снижается (при участии ели в составе древостоев от 4 единиц доля погибших насаждений кисличного типа леса превышает долю указанных насаждений в целом по Чайковскому лесничеству).

Таблица 5.19. – Распределение одновозрастных ельников кисличных Чайковского лесничества по доле участия сосны в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля примеси сосны в составе древостоев, %								Итого
	2-5	10	20	30	40	70	80	100	
1	<u>3,1</u> 11,97	<u>16,7</u> 64,48	<u>4</u> 15,44	<u>2,1</u> 8,11	-	-	-	-	<u>25,9</u> 100
2	<u>18,3</u> 17,35	<u>63,6</u> 60,28	<u>19,5</u> 18,48	<u>2</u> 1,9	<u>2,1</u> 1,99	-	-	-	<u>105,5</u> 100
3	<u>508</u> 17,27	<u>1574,2</u> 53,53	<u>505,2</u> 17,18	<u>321,9</u> 10,94	<u>27,9</u> 0,95	-	<u>3,7</u> 0,12	<u>0,2</u> 0,01	<u>2941,1</u> 100
4	<u>506</u> 11,39	<u>1966,9</u> 44,28	<u>1580,4</u> 35,57	<u>386,3</u> 8,69	<u>2,1</u> 0,05	<u>0,7</u> 0,02	-	-	<u>4442,4</u> 100
5	<u>44,2</u> 9,44	<u>192,8</u> 41,16	<u>164,5</u> 35,12	<u>66,2</u> 14,13	<u>0,7</u> 0,15	-	-	-	<u>468,4</u> 100
6	-	<u>12,3</u> 40,33	<u>13,5</u> 44,26	<u>4,7</u> 15,41	-	-	-	-	<u>30,5</u> 100
7	<u>3,2</u> 29,1	<u>7,8</u> 70,9	-	-	-	-	-	-	<u>11</u> 100
Итого	<u>1082,8</u> 13,49	<u>3834,3</u> 47,78	<u>2287,1</u> 28,5	<u>783,2</u> 9,76	<u>32,8</u> 0,41	<u>0,7</u> 0,01	<u>3,7</u> 0,05	<u>0,2</u> 0,002	<u>8024,8</u> 100

Таблица 5.20. – Распределение очагов усыхания одновозрастных насаждений ельника кисличного Чайковского лесничества по доле участия сосны в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля примеси сосны в составе древостоев, %					Итого
	2-5	10	20	30	40	
3	<u>4,7</u> 2,35	<u>85</u> 42,48	<u>107,3</u> 53,62	<u>0,3</u> 0,15	<u>2,8</u> 1,4	<u>200,1</u> 100
4	<u>19</u> 3,94	<u>56</u> 11,6	<u>252</u> 52,23	<u>155,5</u> 32,23	-	<u>482,5</u> 100
5	<u>14,2</u> 8,26	<u>75</u> 43,66	<u>66</u> 38,42	<u>15,9</u> 9,25	<u>0,7</u> 0,41	<u>171,8</u> 100
Итого	<u>37,9</u> 4,43	<u>216</u> 25,28	<u>425,3</u> 49,78	<u>171,7</u> 20,1	<u>3,5</u> 0,41	<u>854,4</u> 100

Доля усохших одновозрастных насаждений кисличного типа леса с примесью сосны 2-5 и 10 % не превышает долю аналогичных одновозрастных насаждений лесопокрытой площади Чайковского лесничества. При участии сосны свыше 10 % в составе древостоев наблюдается обратная ситуация.

Таблица 5.21. – Распределение одновозрастных ельников кисличных Чайковского лесничества по доле примеси березы в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля примеси березы в составе древостоев, %											Итого
	2-5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
1	<u>1,3</u> 0,49	<u>9</u> 3,39	<u>27,8</u> 10,47	<u>45,4</u> 17,1	<u>64,6</u> 24,32	<u>70,1</u> 26,39	<u>31,4</u> 11,82	<u>4,3</u> 1,62	<u>5,2</u> 1,96	-	<u>6,5</u> 2,45	<u>265,6</u> 100
2	-	<u>9,7</u> 2,66	<u>81,7</u> 22,45	<u>50,5</u> 13,87	<u>24,9</u> 6,84	<u>6,5</u> 1,78	<u>26,6</u> 7,31	<u>45,3</u> 12,45	<u>48,4</u> 13,3	<u>10,6</u> 2,91	<u>59,8</u> 16,43	<u>364</u> 100
3	<u>40,5</u> 0,84	<u>325,5</u> 6,75	<u>716,2</u> 14,86	<u>454,7</u> 9,43	<u>402,6</u> 8,35	<u>447,8</u> 9,29	<u>503,1</u> 10,44	<u>579,2</u> 12,01	<u>484</u> 10,04	<u>459,3</u> 9,53	<u>408</u> 8,46	<u>4820,9</u> 100
4	<u>47,6</u> 0,85	<u>474,1</u> 8,44	<u>1507,5</u> 26,84	<u>675</u> 12,02	<u>372,1</u> 6,63	<u>349,1</u> 6,22	<u>962,5</u> 17,14	<u>534,8</u> 9,52	<u>396,5</u> 7,06	<u>194,8</u> 3,47	<u>101,5</u> 1,81	<u>5615,5</u> 100
5	<u>2,5</u> 0,53	<u>74</u> 15,66	<u>244,6</u> 51,77	<u>21,1</u> 4,46	<u>35</u> 7,41	<u>10,7</u> 2,26	<u>42,9</u> 9,08	<u>3,1</u> 0,66	<u>38,6</u> 8,17	-	-	<u>472,5</u> 100
6	-	<u>13,2</u> 40,49	<u>6,7</u> 20,56	<u>9,4</u> 28,83	<u>3,3</u> 10,12	-	-	-	-	-	-	<u>32,6</u> 100
7	-	<u>6,2</u> 28,84	<u>12,1</u> 56,28	<u>3,2</u> 14,88	-	-	-	-	-	-	-	<u>21,5</u> 100
Итого	<u>91,9</u> 0,79	<u>911,7</u> 7,86	<u>2596,6</u> 22,4	<u>1259,3</u> 10,86	<u>902,5</u> 7,78	<u>884,2</u> 7,63	<u>1566,5</u> 13,51	<u>1166,7</u> 10,1	<u>972,7</u> 8,39	<u>664,7</u> 5,73	<u>575,8</u> 4,97	<u>11592,6</u> 100

Таблица 5.22. – Распределение очагов усыхания одновозрастных насаждений ельника кисличного Чайковского лесничества по доле участия березы в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля примеси березы в составе древостоев, %						Итого
	2-5	10	20	30	40	50	
3	<u>1</u> 0,45	<u>43,2</u> 19,32	<u>170,5</u> 76,25	<u>5,7</u> 2,55	-	<u>3,2</u> 1,43	<u>223,6</u> 100
4	<u>11,5</u> 2,09	<u>173,8</u> 31,54	<u>269,2</u> 48,86	<u>66,6</u> 12,09	<u>25,7</u> 4,66	<u>4,2</u> 0,76	<u>551</u> 100
5	<u>2,5</u> 1,48	<u>50</u> 29,51	<u>85,2</u> 50,29	<u>21,1</u> 12,46	<u>10,6</u> 6,26	-	<u>169,4</u> 100
Итого	<u>15</u> 1,59	<u>267</u> 28,28	<u>524,9</u> 55,6	<u>93,4</u> 9,89	<u>36,3</u> 3,85	<u>7,4</u> 0,78	<u>944</u> 100

Усыхание ели не наблюдается в древостоях с примесью осины свыше 20 %, с примесью березы свыше 50 %. При участии березы в составе древостоев до 2 единиц включительно, а при участии осины до 1 единицы, доля усохших ельников кисличного типа леса превышает долю аналогичных насаждений в лесном фонде Чайковского лесничества.

Таблица 5.23. – Распределение одновозрастных ельников кисличных Чайковского лесничества по доле примеси осины в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля участия осины в составе древостоев, %											Итого
	2-5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
1	<u>0,4</u> 0,17	<u>33,1</u> 14,22	<u>126,2</u> 54,21	<u>54,1</u> 23,24	<u>1</u> 0,43	<u>11,1</u> 4,77	-	<u>6,9</u> 2,96	-	-	-	<u>232,8</u> 100
2	<u>3,3</u> 1,57	<u>48,4</u> 23,05	<u>52,7</u> 25,1	<u>17,4</u> 8,28	<u>44</u> 20,95	<u>3,2</u> 1,52	<u>35,9</u> 17,1	<u>3,8</u> 1,81	-	<u>1,3</u> 0,62	-	<u>210</u> 100
3	<u>777,7</u> 26,11	<u>1166,1</u> 39,16	<u>599,7</u> 20,14	<u>173,5</u> 5,83	<u>24,7</u> 0,83	<u>84</u> 2,82	<u>95,2</u> 3,2	<u>33,8</u> 1,13	<u>6,8</u> 0,23	<u>8,3</u> 0,28	<u>8,2</u> 0,27	<u>2978</u> 100
4	<u>706,4</u> 17,56	<u>2299</u> 57,16	<u>946,9</u> 23,54	<u>26,6</u> 0,66	<u>11,4</u> 0,28	<u>6,8</u> 0,17	<u>24,7</u> 0,61	-	-	-	-	<u>4021,8</u> 100
5	<u>129</u> 37,19	<u>150,8</u> 43,47	<u>63,7</u> 18,36	<u>3,4</u> 0,98	-	-	-	-	-	-	-	<u>346,9</u> 100
6	<u>8,6</u> 26,38	<u>24</u> 73,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>32,6</u> 100
7	<u>3,2</u> 29,1	<u>1,6</u> 14,54	-	<u>6,2</u> 56,36	-	-	-	-	-	-	-	<u>11</u> 100
Итого	<u>1628,6</u> 20,79	<u>3723</u> 47,53	<u>1789,2</u> 22,84	<u>281,2</u> 3,59	<u>81,1</u> 1,04	<u>105,1</u> 1,34	<u>155,8</u> 1,99	<u>44,5</u> 0,57	<u>6,8</u> 0,09	<u>9,6</u> 0,12	<u>8,2</u> 0,1	<u>7833,1</u> 100

Таблица 5.24. – Распределение очагов усыхания одновозрастных насаждений ельника кисличного Чайковского лесничества по доле участия осины в составе древостоев, га/%

Класс возраста	Доля участия осины в составе древостоев, %			Итого
	2-5	10	20	
3	<u>67,6</u> 40,19	<u>100,6</u> 59,81	-	<u>168,2</u> 100
4	<u>150,2</u> 56,47	<u>115,6</u> 43,46	<u>0,2</u> 0,07	<u>266</u> 100
5	<u>63</u> 50,97	<u>60,6</u> 49,03	-	<u>123,6</u> 100
Итого	<u>280,8</u> 50,34	<u>276,8</u> 49,62	<u>0,2</u> 0,04	<u>557,8</u> 100

Устойчивость ели к усыханию при различном составе древостоев следует учитывать при проведении рубок ухода и создании лесных культур.

Таблица 5.25. – Корреляционная связь между распределениями одновозрастных ельников кисличных по доле участия различных пород в составе древостоев в целом по Чайковскому лесничеству и в очагах усыхания

Исследуемая порода	Коэффициент корреляции и его оценка в различных классах возраста			
	3	4	5	Общий
Тип леса – Ельник зеленомошный (Е. зм.)				
Ель	0,771 (сильная)	0,537 (средняя)	-	0,601 (средняя)
Сосна	0,952 (сильная)	0,769 (сильная)	0,862 (сильная)	0,814 (сильная)
Береза	-0,977 (сильная)	-0,982 (сильная)	-0,908 (сильная)	-0,983 (сильная)
Осина	-0,610 (средняя)	-0,888 (сильная)	-	-0,850 (сильная)
Тип леса – Ельник кисличный (Е. к.)				
Ель	0,098 (слабая)	0,761 (сильная)	0,854 (сильная)	0,610 (средняя)
Сосна	0,602 (средняя)	0,172 (слабая)	0,991 (сильная)	0,607 (средняя)
Береза	-0,726 (сильная)	-0,856 (сильная)	-0,947 (сильная)	-0,853 (сильная)
Осина	-	-0,160 (слабая)	-	-0,428 (средняя)

5.4. Влияние полноты древостоев на их устойчивость к усыханию

Относительная полнота характеризует плотность расположения деревьев на определенном лесном участке и выражается в десятых долях единицы. За единицу принимают такую полноту древостоя на площади 1 га, которая для данной породы, возраста и лесорастительных условий является максимальной. При полноте единица в насаждении используются все природные возможности занимаемой деревьями территории (Багинский, 2013).

Ель – это теневыносливая древесная порода. Для еловых древостоев оптимальной является полнота 0,8 (Луганский и др., 2010а).

Полнота древостоя зависит от таких показателей, как тип лесорастительных условий и возраст (Багинский, 2013). В связи с тем, что устойчивость древостоев зависит также от их состава, при рассмотрении влияния полноты необходимо учесть состав древостоев.

Согласно сведениям Е.Г. Малаховой и А.М. Крылова (2012), усыханию в Московской области Российской Федерации подвержены преимущественно приспевающие и спелые ельники с полнотой 0,7. P. Zolubas et al. (2009) считает, что вероятность поражения ельников короедом-типографом возрастает с увеличением суммы площадей поперечных сечений деревьев ели.

Тот факт, что состояние ели с увеличением полноты улучшается, доказано советскими учеными (Атрохин, Иевинь, 1985). Исследования советских ученых показали, что в естественно формирующихся насаждениях ели с увеличением суммы площадей сечений текущий прирост увеличивается и достигает максимальной величины при максимальной полноте.

С увеличением доли ели в составе древостоев устойчивость ели к усыханию уменьшается. По материалам актов ЛПО подобрано 15 условно чистых ельников зеленомошных, расположенных в районе исследований. Доля ели составляет 8-9 единиц, примесь других пород (пихта, сосна, береза) не превышает 2 единиц в формуле состава древостоев. Возраст насаждений варьирует от 46 до 90 лет. Зависимость между полнотой древостоя и его санитарным состоянием указанных насаждений описывается восходящей кривой (рис. 5.3): с увеличением полноты древостоя санитарное состояние ели ухудшается.

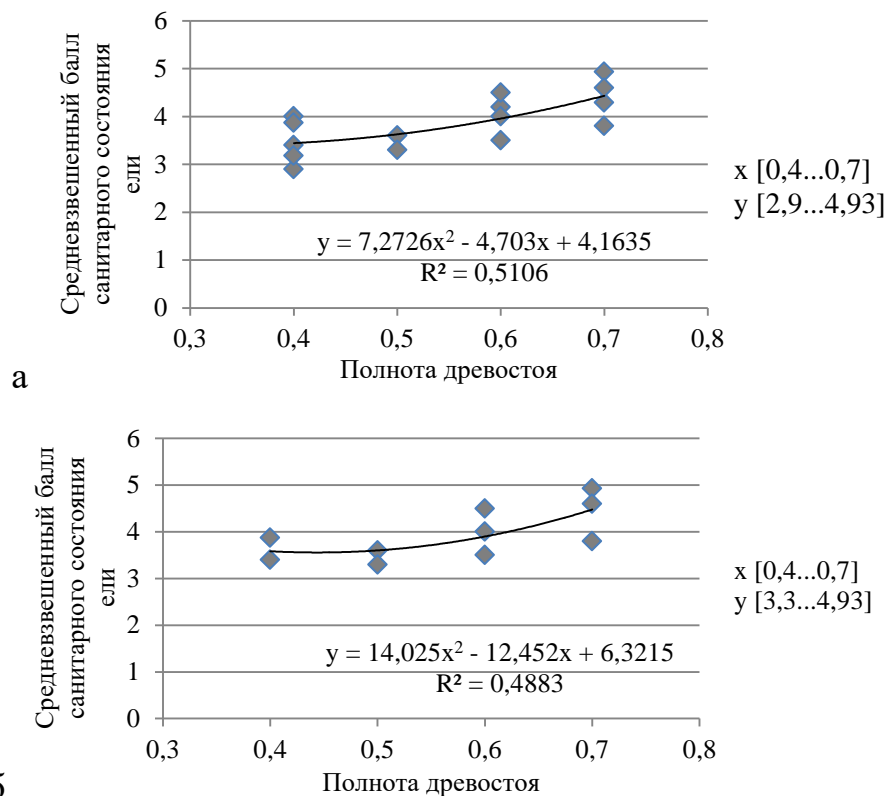


Рисунок 5.3. – Зависимость между полнотой древостоев с участием ели 80-90 % и санитарным состоянием деревьев ели в насаждениях ельника зеленомошного: а – общий график, б – насаждения 4 класса возраста

Прямая зависимость между полнотой условно чистых ельников зеленомошных и санитарным состоянием ели подтверждается высокими значениями коэффициента корреляции (табл. 5.26).

Таблица 5.26. – Зависимость между полнотой древостоя и средневзвешенным баллом санитарного состояния ели в насаждениях ельника зеленомошного

Класс возраста	Объем выборки, шт	Коэффициент корреляции	Оценка связи
3	4	0,738	Сильная
4	10	0,646	Средняя
5	1	-	-
Итого	15	0,703	Сильная

Аналогичные результаты были получены по материалам пробных площадей, заложенных в насаждениях ельника зеленомошного Очерского и Октябрьского лесничеств (табл. 5.27).

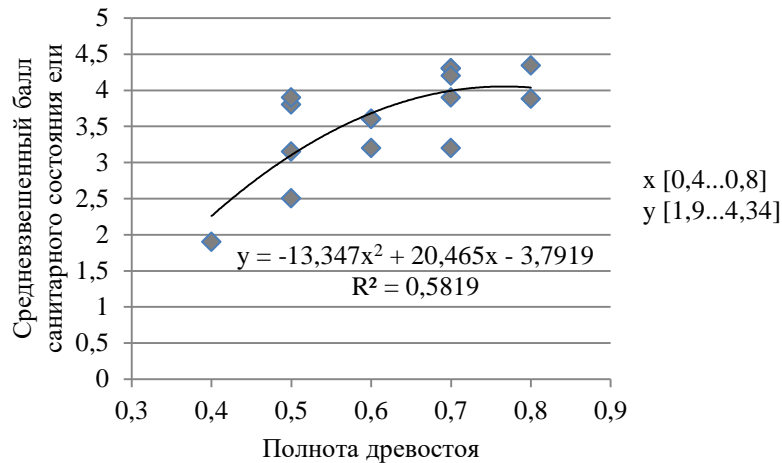
Таблица 5.27. – Зависимость между полнотой древостоя до усыхания и санитарным состоянием ели на ПП

Класс возраста	№ ПП	Возраст, лет	Полнота до усыхания	Средневзвешенный балл санитарного состояния ели	Коэффициент и оценка корреляции
4	11	70	0,75	3,43	0,756 (сильная связь)
	12	62	1,36	4,22	
	23	71	0,59	2,64	
	26	67	0,59	2,49	
	27	73	0,65	3,88	
	28	65	0,52	2,95	
6	18	103	0,84	2,58	-
	24	107	1,22	3,02	
Итого					0,504 (средняя связь)

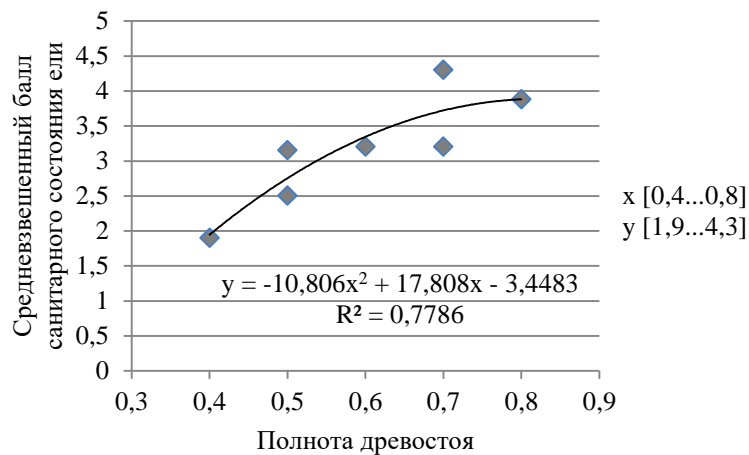
В насаждениях 4 класса возраста наблюдается сильная прямая связь между полнотой древостоя до усыхания ели и средневзвешенным баллом санитарного состояния ели: с увеличением полноты древостоя санитарное состояние ели ухудшается.

С увеличением доли сосны в составе древостоев устойчивость ели к усыханию уменьшается. Подобрано 15 насаждений сосняка зеленомошного с

примесью ели, усыхание которых зафиксировано актами натурного обследования. Доля сосны в составе древостоев составляет от 7 единиц, доля ели до 3 единиц, примесь остальных пород (пихты и березы) не превышает 1 единицы. Возраст варьирует от 60 до 140 лет. С увеличением полноты описанных древостоев санитарное состояние ели ухудшается (рис. 5.4).



а



б

Рисунок 5.4. – Зависимость между полнотой древостоя с участием ели до 30 % и санитарным состоянием деревьев ели в насаждениях сосняка зеленомошного: а – общий график, б – насаждения 4 класса возраста

Прямая связь между исследуемыми показателями подтверждается высокими значениями коэффициента корреляции (табл. 5.28).

Таблица 5.28. – Зависимость между полнотой древостоя и средневзвешенным баллом санитарного состояния ели в насаждениях сосняка зеленомошного

Класс возраста	Объем выборки, шт	Коэффициент корреляции	Оценка связи
3	4	0,347	Средняя
4	7	0,716	Сильная
5	3	-	-
7	1	-	-
Итого	15	0,716	Сильная

С увеличением доли лиственных пород в составе древостоев устойчивость ельников к усыханию повышается. Подобрано 28 лесных участков ельника липнякового, усыхание которых зафиксировано актами ЛПО. В составе древостоев указанных участков имеется примесь лиственных пород (липа, береза и осина), а также пихта. Доля ели варьирует от 20 до 60 %. Основная часть насаждений имеет 4 единицы ели в формуле состава древостоев. Возраст насаждений варьирует от 45 до 80 лет.

Наблюдается обратная зависимость между полнотой исследуемых древостоев и средневзвешенным баллом санитарного состояния ели. Другими словами, с увеличением полноты древостоев санитарное состояние ели улучшается (рис. 5.5). Корреляционная связь между исследуемыми показателями сильная (табл. 5.29).

Таким образом, влияние полноты древостоя на санитарное состояние ели в насаждениях одного типа леса и одного класса возраста зависит от состава древостоя: при высокой доле участия ели и сосны в составе древостоев с увеличением полноты древостоя санитарное состояние ели ухудшается, а при высокой доле участия лиственных пород в составе древостоев с увеличением полноты древостоя санитарное состояние ели улучшается.

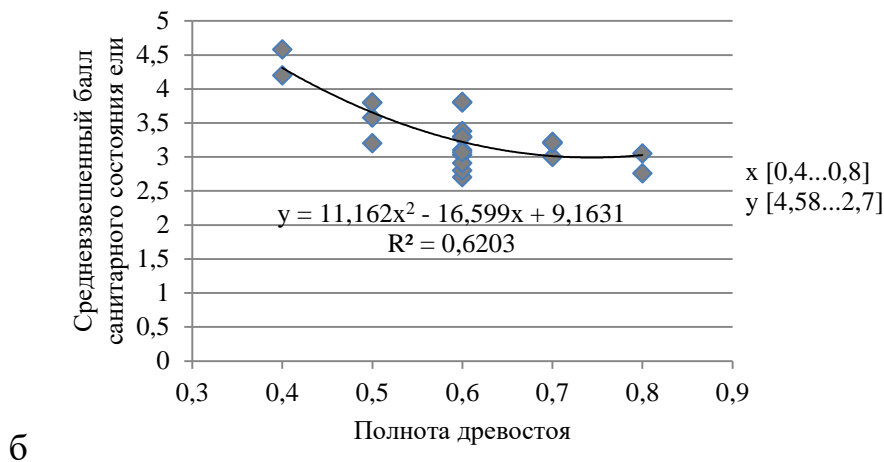
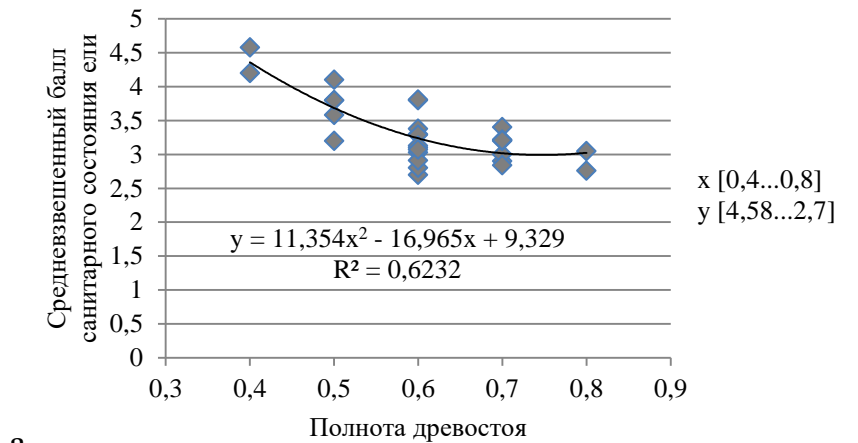


Рисунок 5.5. – Зависимость между полнотой древостоя с участием ели до 60 % и санитарным состоянием деревьев ели в насаждениях ельника липнякового: а – общий график, б – насаждения 4 класса возраста

Таблица 5.29. – Зависимость между полнотой древостоя и средневзвешенным баллом санитарного состояния ели в насаждениях ельника липнякового

Класс возраста	Объем выборки, шт	Коэффициент корреляции	Оценка связи
3	5	-0,824	Сильная
4	23	-0,708	Сильная
Итого	28	-0,721	Сильная

5.5. Влияние размера деревьев ели на их устойчивость

От размера дерева, его диаметра, во многом зависит его санитарное и лесопатологическое состояние, а также его устойчивость к неблагоприятным факторам. Известно (Луганский и др., 2010а), что в процессе естественного

изреживания преимущества в конкурентной борьбе получают деревья, господствующие в древесном пологе древостоя. Кроме того, крупные деревья с толстыми стволами и, соответственно, с толстой корой, меньше страдают от механических повреждений в рекреационных лесах (Данчева и др., 2014; Бунькова, 2016), а также лучше защищены от теплового воздействия низовых лесных пожаров (Шубин, Залесов, 2016). От размеров деревьев во многом зависит и патологический отпад деревьев. Так, некоторыми авторами отмечается (Зинченко, 2013; Авдеев и др., 2017) высокая зависимость поражения деревьев стволовыми гнилями от их диаметра на высоте 1,3 м и возраста. Старовозрастные крупномерные деревья в большей степени поражаются стволовой гнилью, чем более молодые, тонкомерные в лесопарках г. Екатеринбурга и Санкт-Петербурга (Добровольский, Нешатаев, 2007; Залесов и др., 2008).

Для одновозрастных древостоев процесс естественного изреживания проявляется чаще всего в отпаде отставших в росте тонкомерных деревьев. В разновозрастных древостоях, наоборот, чаще отмирают наиболее крупные перестойные деревья, обуславливая возможность роста тонкомерному молодому поколению (Луганский и др., 2010а).

Согласно материалам исследований Национального лесного парка Баварии (Rohle, 1986), наиболее сильно реагируют на повреждения, связанные с загрязнением окружающей среды, деревья ели низших классов роста.

Для исследований было подобрано 6 лесных участков, в которых в 2017 году актами лесопатологического обследования зафиксировано усыхание ели. Лесные выделы расположены в границах Чайковского и Кишертского лесничеств. Учитывались участки с наличием деревьев ели всех категорий санитарного состояния. Следует отметить, что указанные участки встречаются крайне редко. Часто отсутствуют усыхающие деревья ели или свежий сухостой.

Подобранные лесные выделы характеризуются смешанным составом древостоев (табл. 5.30), высокой продуктивностью (большинство насаждений имеет II класс бонитета), средней полнотой древостоев (относительная полнота

варьирует от 0,5 до 0,7). Все древостои одновозрастные, возраст варьирует от 64 лет (приспевающие насаждения) до 94 лет (спелые насаждения).

Таблица 5.30. - Таксационная характеристика лесных участков

Тип леса	№	Состав	Возраст, лет	Густота, шт/га	Полнота	Класс бонитета	Запас, м ³ /га			
							Общий	В т.ч. растущего	В т.ч. сухостоя	В т.ч. захламленность
Ельник кисличный	2	5Е2П2С1Б	78	350	0,7	II	272,6	169,3	76,1	27,2
	4	6Е3С1Б	71	295	0,6	II	353,5	129,7	215	8,8
	5	4Е1П3С2Б	82	300	0,6	II	251,2	152,6	85	13,6
	6	6Е1П1С2Б	64	416	0,6	II	221	96,6	108,6	15,8
Ельник зеленомошный	1	9Е1П	79	267	0,5	II	192,2	113,3	34,9	44
Сосняк зеленомошный	3	7С3Е	94	245	0,5	III	238,5	173,9	47,3	17,3

Для деревьев каждой категории санитарного состояния получены основные статистические показатели (табл. 5.31): n (объем выборки, шт), D_{cp} (средний диаметр, см), σ (стандартное отклонение, см) и CV (коэффициент вариации, %).

В большинстве лесных насаждений максимальный средний диаметр имеют усыхающие деревья (№№ 1, 2, 3, 6). Встречаются насаждения с максимальным средним диаметром у ослабленных деревьев (№ 4) и у свежего сухостоя (№ 5). У деревьев с указанным санитарным состоянием средний диаметр выше значений средних диаметров древостоев.

Наименьший средний диаметр в большинстве случаев имеют здоровые деревья (№№ 1, 2, 3, 5, 6). Встречаются насаждения с наименьшим средним диаметром у сильно ослабленных деревьев (№ 4). Деревья указанных категорий санитарного состояния имеют средний диаметр значительно ниже значений общих средних диаметров древостоев.

В большинстве случаев значения среднего диаметра усохших деревьев превышают значения среднего диаметра живых деревьев. Указанное объясняется тем, что наиболее крупные деревья относятся к категории усыхающих и свежего сухостоя.

Таблица 5.31. – Статистические показатели диаметров деревьев ели в различных категориях санитарного состояния

№	Показатель	Категория санитарного состояния						Итого живые деревья	Итого сухие деревья	Итого по ГП
		здоровые	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	свежий сухостой	старый сухостой			
1	п, шт	11	307	157	18	97	158	475	273	748
	D _{ср.} , см	18,5±2,2	21,4±0,3	21,2±0,5	23,1±0,8	22,7±0,5	21,3±0,5	21,3±0,3	21,9±0,4	21,5±0,2
	σ, см	7,0	5,9	6,1	3,5	5,3	6,3	6,0	5,9	5,9
	CV, %	37,7	27,5	28,7	15,2	23,2	29,8	28,1	26,7	27,6
2	п, шт	28	73	20	12	23	50	121	85	206
	D _{ср.} , см	20,4±1,8	29,9±1,0	28,4±1,9	32,0±2,2	29,4±1,8	29,4±1,0	27,4±0,9	29,7±0,8	28,4±0,6
	σ, см	9,6	8,5	8,3	7,3	8,6	7,4	9,5	7,3	8,7
	CV, %	46,9	28,4	29,2	22,8	29,2	25,2	34,6	24,4	30,6
3	п, шт	32	162	26	22	8	204	220	234	454
	D _{ср.} , см	15,8±0,6	20,2±0,3	25,2±1,8	26,9±2,0	25,0±3,5	19,9±0,3	20,1±0,4	20,5±0,4	20,5±0,3
	σ, см	3,4	4,3	9,2	9,1	9,2	4,5	5,5	5,7	5,6
	CV, %	21,3	21,1	36,6	33,8	37,0	22,8	27,5	27,5	27,5
4	п, шт	68	115	9	50	114	148	192	312	504
	D _{ср.} , см	25,8±0,8	30,7±0,6	21,8±0,7	26,7±0,7	27,9±0,4	29,3±0,5	28,5±0,5	28,4±0,3	28,4±0,3
	σ, см	6,4	6,9	2,1	5,1	4,0	5,8	7,1	5,2	6,0
	CV, %	24,8	22,6	9,7	19,2	14,5	19,8	25,0	18,3	21,1
5	п, шт	9	32	12	11	8	43	53	62	115
	D _{ср.} , см	16,0±2,2	25,1±1,3	22,0±1,4	25,8±1,6	41,5±4,3	28,1±0,8	22,9±1,0	29,4±1,0	26,4±0,8
	σ, см	6,3	7,3	4,7	5,2	11,5	5,0	7,4	7,7	8,2
	CV, %	39,5	29,2	21,2	20,0	27,7	18,0	32,2	26,3	31,1
6	п, шт	32	55	28	72	31	6	115	109	224
	D _{ср.} , см	11,2±0,9	17,0±0,8	20,3±1,7	24,2±1,4	21,9±1,6	22,7±2,5	16,2±0,7	23,5±1,0	19,7±0,7
	σ, см	5,0	6,0	8,6	11,7	8,7	5,5	7,3	10,7	9,8
	CV, %	44,6	35,1	42,6	48,4	39,9	24,1	44,8	45,5	49,5

Наиболее высокой вариацией величин диаметров характеризуются в основном здоровые деревья (№№ 1, 2, 4, 5). Также значительно варьируют значения диаметров у усыхающих деревьев (№ 6) и свежего сухостоя (№ 3).

По шкале оценки коэффициента вариации полученную изменчивость можно оценить как умеренную. Указанное свидетельствует, что у здоровых деревьев, а в исключительных случаях у усыхающих и свежего сухостоя, достаточно большой разброс значений диаметров вокруг средней величины. Среди здоровых деревьев встречаются деревья различного диаметра. Деревья с наименьшим разбросом значений диаметров встречаются среди деревьев всех категорий санитарного состояния. При этом оценка наименьшей изменчивости значений диаметров

варьирует от незначительной (№ 4) до слабой (№№ 2, 3, 6). Живые деревья в большинстве древостоев характеризуются более высокой вариацией значений диаметров (№№ 1, 2, 4, 5), чем погибшие.

Распределение средних значений диаметров по категориям или баллам санитарного состояния для большей части лесных участков (№ 1, 2, 3, 5, 6) описывается выпуклой кривой и уравнением следующего вида (5.1):

$$y = -ax^2 + bx + c \quad (5.1)$$

где x – категория (балл) санитарного состояния деревьев; y – средний диаметр деревьев на высоте 1,3 м, см. Справедливость уравнения распределения подтверждается высокими значениями коэффициента детерминации. График распределения значений средних диаметров по баллам санитарного состояния представлен на примере участка № 3 (рис. 5.6). Уравнение справедливо для пределов изменения переменной x [1...6], переменной y [15,8...26,9].

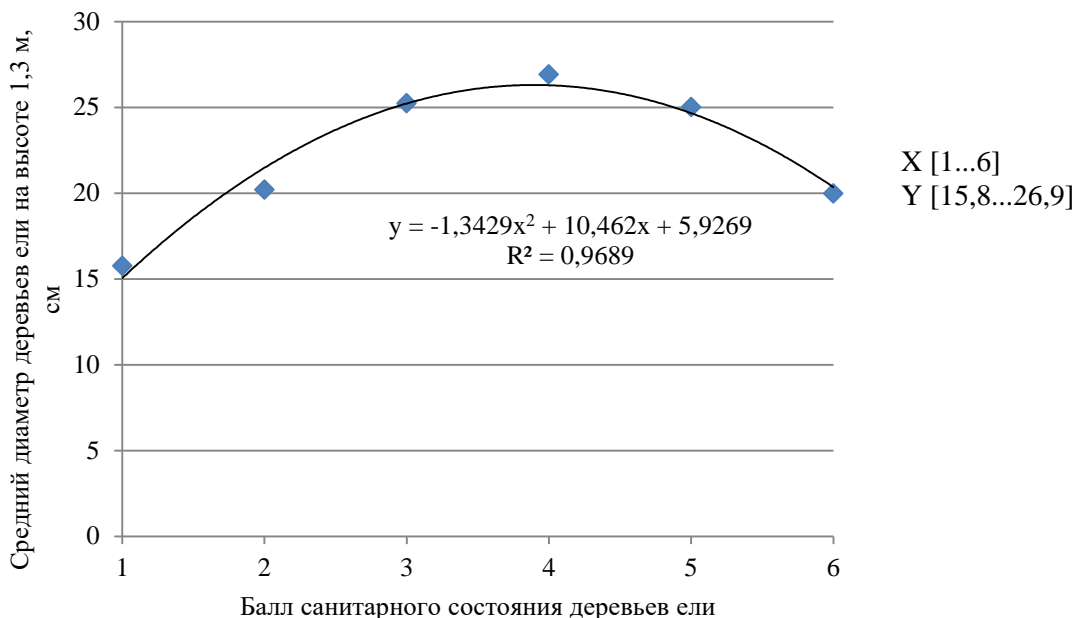


Рисунок 5.6. – Распределение средних значений диаметров деревьев ели по баллам санитарного состояния

Только на некоторых ПП имеются деревья всех категорий санитарного состояния. В целом наблюдается аналогичная ситуация: максимальный средний диаметр характерен для усыхающих деревьев и свежего сухостоя.

Усыхание одновозрастных еловых древостоев в условиях Прикамья условно можно разделить на три этапа. На первом этапе усыхают деревья во всех ступенях толщины и усыхание протекает достаточно быстро. Затем усыхание замедляется и, что соответствует второму этапу, усыхают наиболее крупные деревья. При затухании очагов в оставшейся жизнеспособной части древостоя изреживание начинает вновь происходить за счет наиболее тонких, отставших в росте деревьев. То есть в древостое начинает действовать закон естественного изреживания.

5.6. Влияние фитотоксичности почв на устойчивость ельников

По мнению немецких ученых (Plass, 1983; Meyer, 1985; Nebe et al., 1989), усыхание еловых лесов в Германии является следствием высокой концентрации химических соединений алюминия, марганца, сульфатов, нитратов, а также недостаток элементов питания в почвенном растворе. Указанное вызывает дисбаланс минеральных элементов в тканях деревьев и повреждение корневой системы. В лесах Баварии в результате загрязнения атмосферного воздуха и почвы в 1983 и 1984 годах повреждено соответственно 48 и 58 % ельников (Russmann, 1985).

Исследована общая фитотоксичность почв на некоторых пробных площадях. Почвенные образцы отобраны в усохших насаждениях ельника зеленомошного (ПП №№ 11, 12, 15) и ельника кисличного (ПП №№ 8, 9). Кроме того, образцы также отбирались в насаждениях с отсутствием очагов усохших деревьев (контроль) (ПП № 33, 37). Результаты исследований представлены в таблице 5.32.

Фитотоксичность почвы определялась с целью общей полной оценки экологического состояния лесных почв, распространенных в южной части Пермского края.

Таблица 5.32. – Оценка фитотоксичности почв на ПП

Тип леса	№ ПП	Состояние деревьев	Оценка токсичности
Е. зм.	11	Живые	Токсичная
		Сухие	Токсичная
	12	Живые	Гипертоксичная
		Сухие	Среднетоксичная
	15	Живые	Гипертоксичная
		Сухие	Токсичная
37 (контроль)	Живые	Токсичная	
Е. к.	8	Живые	Сильнотоксичная
		Сухие	Гипертоксичная
	9	Живые	Токсичная
		Сухие	Сильнотоксичная
	33 (контроль)	Живые	Сильнотоксичная

Общая токсичность почвы – это степень проявления вредного действия различных химических соединений и их смесей. Токсичность – это комплексный показатель, определяющий качество окружающей среды, существенно выражающий степень опасности или безопасности объектов при их использовании (Зинченко, 2011). Степень токсичности почвы складывается из взаимодействия различных факторов: физико-химических свойств почв, комплекса почвенных микроорганизмов, накопления промежуточных продуктов разложения растительных остатков (Зинченко, 2011), внесения удобрений, пестицидов и гербицидов (Зинченко, Селицкая, 2011), загрязнения почв нефтепродуктами (Васильев и др., 2012), содержания тяжелых металлов и поллютантов (Максимова и др., 2003; Марина и др., 2019).

Все исследованные образцы характеризовались определенной степенью фитотоксичности. Нетоксичные, и даже слаботоксичные почвы на юге Пермского края отсутствуют. Большинство почвенных образцов характеризуется высокой степенью токсичности (от токсичной до гипертоксичной). Только в одном случае почва имела среднюю степень токсичности (под сухими деревьями на ПП 12). В условиях ельника зеленомошного чаще встречаются токсичные почвы (в 57 % случаев), а в условиях ельника кисличного – сильнотоксичные (в 60 % случаев).

Определенная закономерность между степенью токсичности почвы и состоянием дерева отсутствует: токсичность может быть выше как под живыми

деревьями (ПП №№ 12, 15), так и под погибшими (ПП №№ 8, 9). Почвы в насаждениях с отсутствием очагов массового усыхания ели тоже обладают высокой степенью токсичности. Указанное свидетельствует, что токсичность почвы не оказывает влияния на усыхание ельников Прикамья.

Таким образом, почвы в районе исследований являются токсичными. В процессе исследований влияние токсичности почв на устойчивость ельников к усыханию не установлено.

5.7. Роль ксилофагов в усыхании ельников

Процесс усыхания ельников неразрывно сопровождается заселением деревьев стволовыми вредителями (рис. 5.7). К стволовым вредителям ели относятся короед-типограф (*Ips typographus* (L.)), короед-гравёр (*Pityogenes chalcographus* (L.)), короед-двойник (*Ips duplicatus* (Sahlb.)), полиграф пушистый (*Polygraphus polygraphus* (L.)), большой еловый лубоед (*Dendroctonus micans* (Kug.)), еловая смолёвка (*Pissodes harcyniae* (Hbst.)), а также различные усачи и рогохвосты (Маслов, 2010).

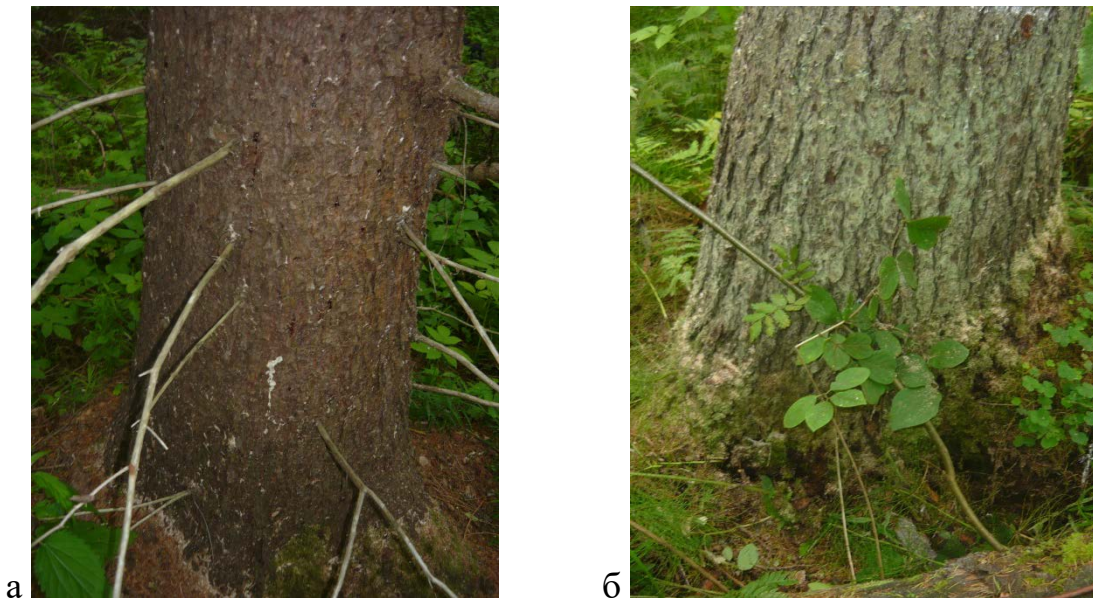


Рисунок 5.7. – Заселенные ксилофагами усыхающие деревья: а) ПП 4; б) ПП 9

Актами лесопатологического обследования в очагах усыхания ели зафиксированы следующие ксилофаги: короед-типограф (*Ips typographus* (L.)), усач черный еловый (пихтовый) большой (*Monochamus sartor* (Fabricius)) и вершинный короед (*Ips acuminatus* (Gyll.)) (табл. 5.33).

Таблица 5.33. – Площадь очагов усыхания, пораженных ксилофагами, га/%

Лесничество	Общая площадь санитарных рубок, га	Площадь насаждений, пораженных вредителем		
		Короед-типограф	Усач черный еловый большой	Вершинный короед
Кишертское	$\frac{4513,5}{100}$	$\frac{4310,5}{95,5}$	$\frac{462,4}{10,2}$	-
Куединское	$\frac{2339,9}{100}$	$\frac{2047,6}{87,5}$	$\frac{386,2}{16,5}$	-
Октябрьское	$\frac{3824,4}{100}$	$\frac{3426,8}{89,6}$	$\frac{1048,7}{27,4}$	$\frac{15,5}{0,4}$
Осинское	$\frac{4113,8}{100}$	$\frac{3923,9}{95,4}$	$\frac{749,4}{18,2}$	-
Очерское	$\frac{4851,8}{100}$	$\frac{4455,2}{91,8}$	$\frac{581,2}{12,0}$	-
Чайковское	$\frac{4193,9}{100}$	$\frac{4183,9}{99,8}$	$\frac{972,4}{23,3}$	-
Итого	$\frac{23837,3}{100}$	$\frac{22347,9}{93,7}$	$\frac{4200,3}{17,6}$	$\frac{15,5}{0,07}$

Преобладающим стволовым вредителем в Прикамье является короед-типограф (93,7 % ельников, назначенных под санитарные рубки, были поражены этим насекомым). Остальные ксилофаги распространены незначительно, поэтому не относятся к особо опасным видам вредителей.

При обследовании ПП кроме короеда-типографа (рис. 5.8) и усача черного елового (пихтового) большого (рис. 5.9), был обнаружен короед-гравёр (рис. 5.10). Этот вредитель встречается крайне редко (обнаружен только в некоторых насаждениях Оханского участкового лесничества), поэтому в пределах зоны хвойно-широколиственных лесов Пермского края роли в массовом усыхании ельников не играет. Степень заселения породы стволовыми вредителями (короедом-типографом и усачом черным еловым (пихтовым) большим) достигает 54,2 % в условиях ельника зеленомошного, 44,1 % – в условиях ельника кисличного, 59,6 % – в условиях ельника липнякового (табл. 5.34).

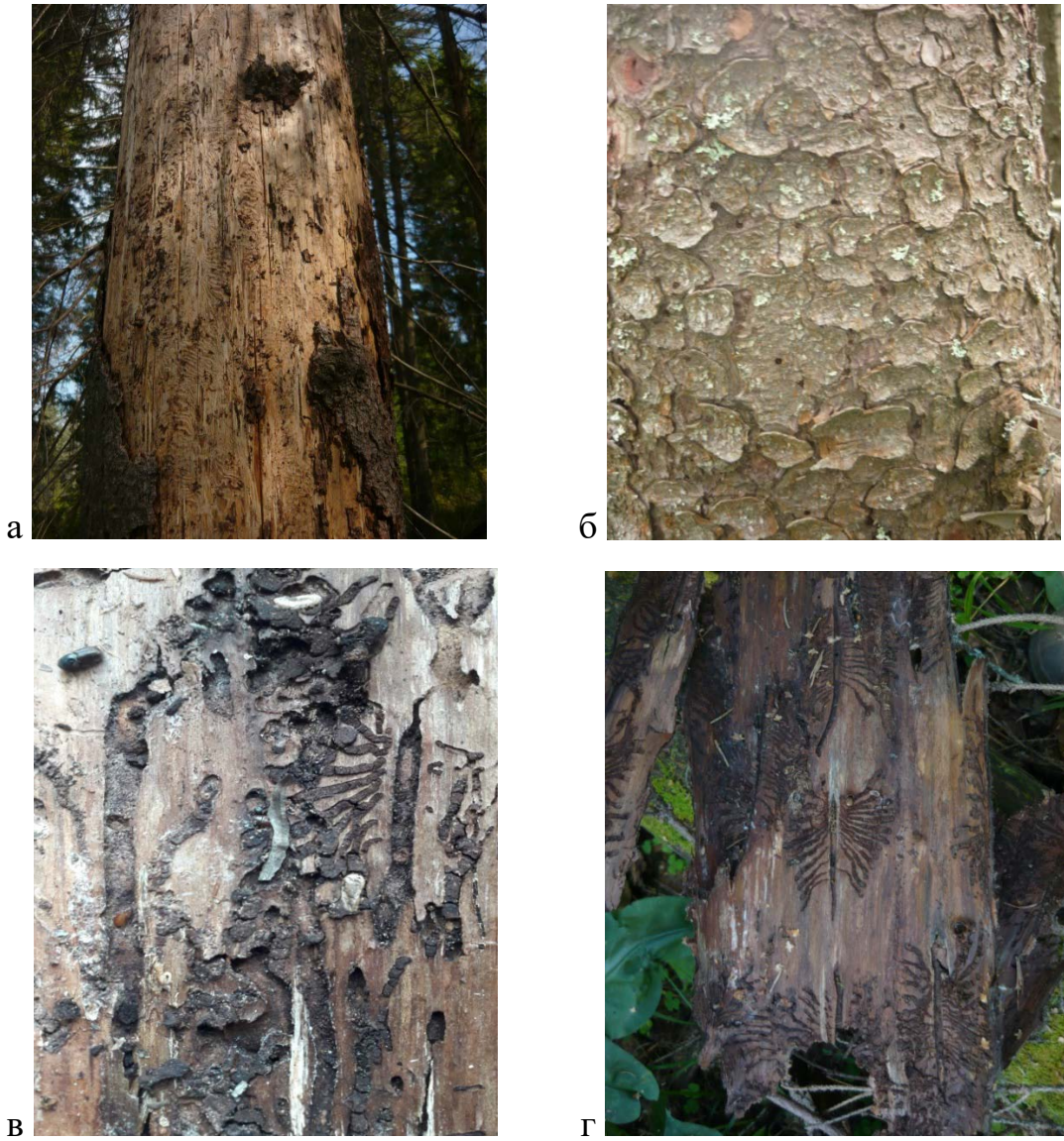


Рисунок 5.8. – Ходы (а, в, г) и летные отверстия (б) короеда-типографа

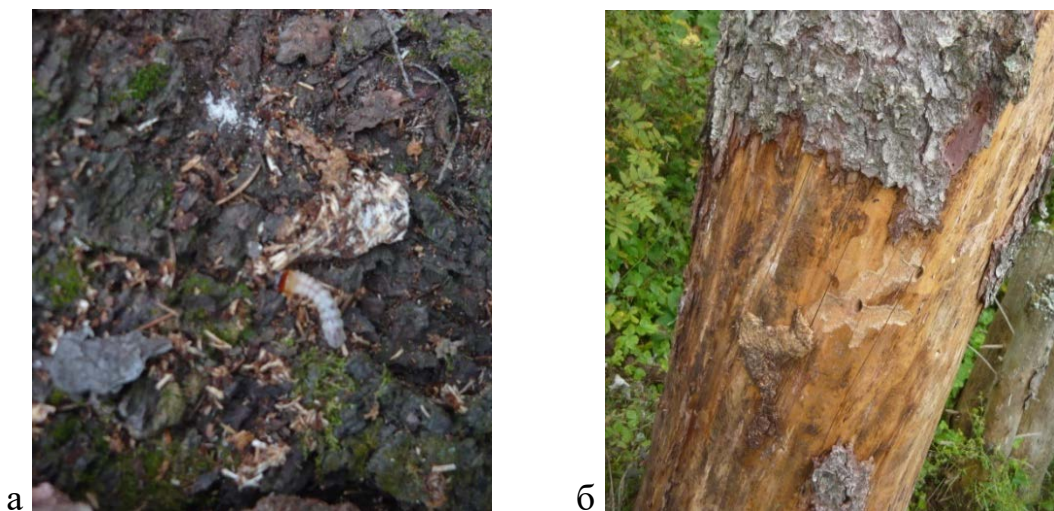


Рисунок 5.9. – Личинка большого черного елового усача (а) и его ходы (б)



Рисунок 5.10. – Ходы короеда-гравёра

Степень заселения деревьев ели усачом черным еловым большим значительно ниже: 16,6 % – в насаждениях ельника зеленомошного, 12,5 % – в насаждениях ельника кисличного, 24,4 % – в насаждениях ельника липнякового.

В насаждениях с отсутствием очагов массового усыхания ели стволовые вредители, особенно короед-типограф, также заселяют единично угнетенные деревья ели.

Следует отметить, что в среднем степень поражения стволовыми вредителями выше в условиях ельника зеленомошного – 23,5 %. В среднем наиболее низкая степень поражения наблюдается в насаждениях ельника липнякового – 17,9 %. В насаждениях ельника кисличного этот показатель составляет 21,6 %.

Как уже упоминалось в главе 2, по мнению большинства ученых, основной причиной усыхания ельников является массовое размножение короеда-типографа (Маслов, 1972; 2010; 2011; 2014; Ларина и др., 2013; Ковалевич, Усеня, 2014). Однако в последние годы роль короеда-типографа в лесных биоценозах многими учеными пересматривается.

В здоровом лесу ксилофаги являются деструкторами естественного отпада и ускорителями круговорота веществ (Сарнацкий, 2009).

Таблица 5.34. – Степень заселенности деревьев ели на ПП стволовыми вредителями, %

Тип леса	№ ПП	Вид стволового вредителя					Итого
		Короед-типограф			Усач черный еловый большой		
		Усыхающие	Свежий сухостой	Старый сухостой	Свежий сухостой	Старый сухостой	
Е. зм.	11	-	-	33,0	-	1,8	33,0
	12	4,8	20,5	28,9	1,2	3,6	54,2
	15	-	-	27,1	-	2,1	27,1
	18	6,2	2,3	11,6	0,8	2,3	20,1
	23	0,6	-	14,4	-	6,9	15,0
	24	-	-	27,4	-	16,6	27,4
	26	-	-	15,6	-	3,9	15,6
	27	-	-	29,3	-	2,0	29,3
	28	-	-	23,8	-	1,0	23,8
	36 (контроль)	-	-	8,9	-	2,2	8,9
37 (контроль)	-	-	4,5	-	4,5	4,5	
Е. к.	2	0,7	1,4	11,0	-	7,6	13,1
	4	1,3	6,3	20,0	-	12,5	27,6
	8	5,2	12,1	24,1	-	5,2	41,4
	9	3,4	6,8	33,9	1,7	11,9	44,1
	10	2,4	11,9	28,6	-	4,8	42,9
	13	-	-	24,6	-	3,3	24,6
	14	1,1	5,4	21,5	-	1,1	28,0
	17	-	-	8,4	-	4,2	8,4
	22 (контроль)	-	-	-	-	-	0
	33 (контроль)	-	-	6,3	-	6,3	6,3
35 (контроль)	-	-	1,1	-	-	1,1	
Е. лп.	1	2,1	2,1	59,6	-	6,4	59,6
	3	-	1,4	34,7	-	15,3	36,1
	5	1,8	-	5,5	-	5,5	7,3
	6	-	9,8	36,6	-	24,4	46,4
	7	1,7	5,1	15,3	-	3,4	22,1
	16	-	-	10,1	-	2,2	10,1
	19	1,3	-	9,0	-	5,1	10,3
	20 (контроль)	-	-	2,1	-	2,1	2,1
	21	-	-	6,7	-	6,7	6,7
	25 (контроль)	-	-	1,8	-	-	1,8
	32	-	-	9,3	-	1,9	9,3
34 (контроль)	-	-	2,9	-	-	2,9	

Короед-типограф заселяет больные, угнетенные и ослабленные по определенным причинам деревья, а также брошенные хлысты, ветровал и бурелом (Маслов, 2010). L.M. Schroeder (2007) отмечает, что отработанные короедом деревья можно оставлять в лесу без увеличения риска последующей полной гибели древостоя из-за деятельности насекомого. По этой причине предполагается, что короед-типограф является компонентом «здорового леса», способствуя гибели больных деревьев.

Данные о влиянии короеда-типографа на усыхание одновозрастных древостоев различных типов леса представлены на рис. 5.11-5.12.

Результаты исследований свидетельствуют, что вредитель поражает частично деревья ели ступени 16 см, и почти все деревья последующих ступеней толщины. Единично встречается старый сухостой ели ступеней толщины 20 и 24 см, не отработанный короедом. Деревья ели диаметром 8 и 12 см никогда не заселяются вредителем (рис. 5.13).

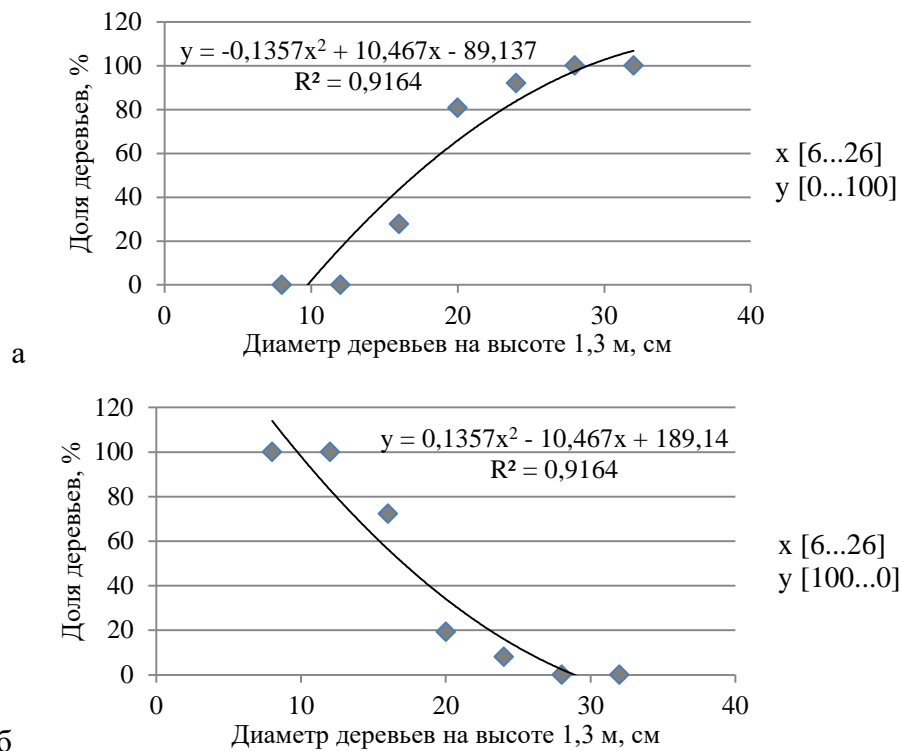


Рисунок 5.11. – Доля усохших деревьев ели в ельниках зеленомошных 6 класса возраста: а) с ходами короеда-типографа; б) без ходов короеда-типографа

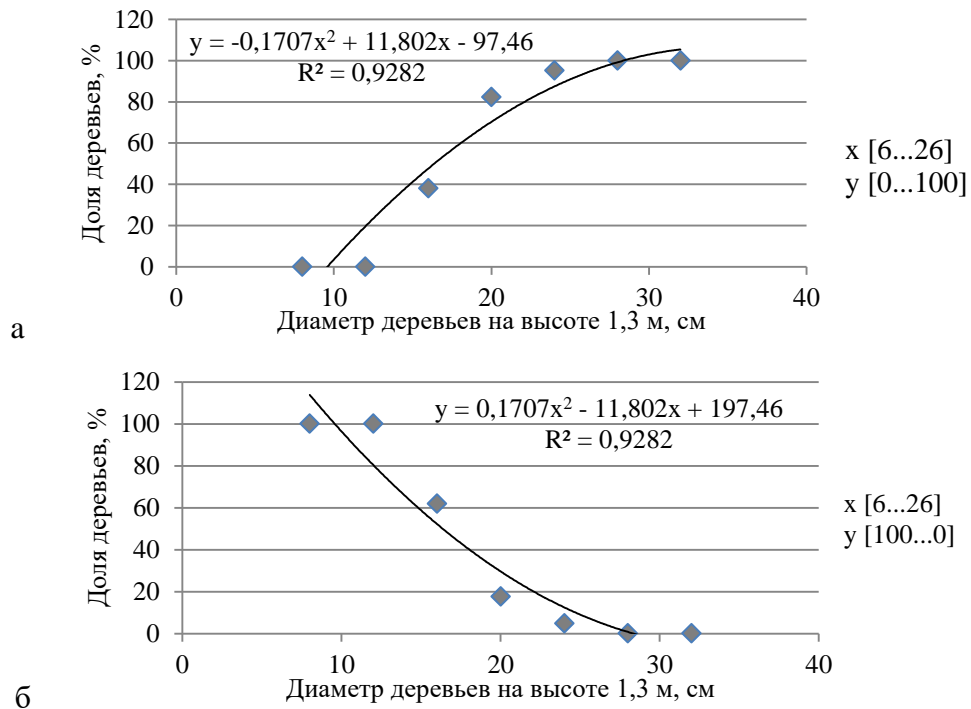


Рисунок 5.12. – Доля усохших деревьев ели в ельниках кисличных 4 класса возраста: а) с ходами короеда-типографа; б) без ходов короеда-типографа



Рисунок 5.13. – Старый сухостой ели с отсутствием ходов короеда-типографа

Вероятно, указанное объясняется тем, что у данных деревьев тонкая кора, и жуку не хватает толщины коры для прокладки внутри неё маточного хода, а личинкам для последующего питания. Ранее учеными установлено, что короед-типограф предпочитает заселять деревья в области толстой и переходной коры (Храмцов, Падий, 1965; Терехова, Сальницкая, 2014).

С увеличением диаметра деревьев ели возрастает их количество, пораженное короедом-типографом. Данная зависимость описывается уравнением следующего вида (5.2):

$$y = -ax^2 + bx - c, \quad (5.2)$$

где x – диаметр дерева на высоте 1,3 м, см; y – доля деревьев, обработанных короедом-типографом, %. Очень сильная связь между исследуемыми показателями во всех случаях подтверждается высокими значениями коэффициента детерминации. Уравнение справедливо при диаметрах деревьев от 6 до 26 см.

У деревьев с отсутствием следов короеда-типографа наблюдается обратная зависимость, которая описывается уравнением вида (5.3):

$$y = ax^2 - bx + c, \quad (5.3)$$

при высоких значениях коэффициента детерминации и диапазоне диаметров деревьев от 6 до 26 см.

Указанная закономерность наблюдается в одновозрастных насаждениях всех классов возраста, в насаждениях всех исследуемых типов леса (ельника зеленомошного, кисличного и липнякового). Следует отметить, что деревья с тонкой корой в значительном количестве усыхают без участия короеда-типографа (табл. 5.35). На ПП 3, 13 и 24 густота старого сухостоя ступеней толщины 8-20 см с отсутствием следов короеда-типографа даже превышает густоту живых деревьев указанных ступеней толщины. На всех ПП в условиях ельника кисличного, а также на некоторых ПП в насаждениях зеленомошного и липнякового типа леса количество сухих елей с диаметром на высоте 1,3 м 16 см с наличием ходов вредителя значительно меньше количества деревьев без следов короеда-типографа аналогичной ступени толщины.

Таблица 5.35. – Распределение количества деревьев ели с отсутствием ходов короёда-типографа по ступеням толщины в одновозрастных ельниках, шт/га

№ ПП	Степень толщины, см	Количество живых елей	Количество сухих елей без ходов короёда-типографа	Количество сухих елей с наличием ходов короёда-типографа	Итого
1	2	3	4	5	6
Тип леса – Ельник кисличный (Е. к.)					
4	8	11	59	-	70
	12	55	48	-	103
	16	48	28	22	98
	20	26	11	18	55
	24	51	4	37	92
Итого по ПП		191	150	77	418
10	8	44	11	-	55
	12	44	-	-	44
	16	22	11	-	33
	20	33	11	11	55
Итого по ПП		143	33	11	187
13	8	27	33	-	60
	12	13	27	-	40
	16	33	20	7	60
Итого по ПП		73	80	7	160
14	8	51	12	-	63
	12	47	9	-	56
	16	21	9	4	34
Итого по ПП		119	30	4	153
22	8	20	20	-	40
	12	20	15	-	35
Итого по ПП		40	35	-	75
35	8	16	8	-	24
	12	44	16	-	60
	16	32	12	-	44
	20	60	8	4	72
Итого по ПП		152	44	4	200
Тип леса – Ельник зеленомошный (Е. зм.)					
11	8	43	19	-	62
	12	99	1	-	100
	16	43	6	31	80
Итого по ПП		185	26	31	242
12	8	50	63	-	113
	12	50	13	-	63
	16	63	-	25	88
Итого по ПП		163	76	25	264
15	8	4	4	-	8
	12	33	12	-	45
	16	37	12	4	53
Итого по ПП		74	28	4	106

1	2	3	4	5	6
18	12	32	63	-	95
	16	63	57	19	139
	20	145	25	44	214
Итого по ПП		240	145	63	448
23	8	50	57	-	107
	12	73	33	-	106
	16	53	20	23	96
Итого по ПП		176	110	23	309
24	8	5	80	-	85
	12	10	20	-	30
	16	35	20	10	65
	20	65	25	50	140
Итого по ПП		115	145	60	320
26	8	13	17	-	30
	12	17	10	-	27
	16	33	7	3	43
Итого по ПП		63	34	3	100
27	12	17	-	-	17
	16	62	6	6	74
	20	84	11	11	106
Итого по ПП		163	17	17	197
Тип леса – Ельник липняковый (Е. лп.)					
1	8	5	5	-	10
	12	-	10	-	10
	16	16	-	16	32
Итого по ПП		21	15	16	52
3	8	8	57	-	65
	12	12	20	-	32
	16	8	16	4	28
	20	20	4	12	36
Итого по ПП		48	97	16	161
6	8	84	21	-	105
	12	63	32	-	95
	16	-	21	11	32
Итого по ПП		147	74	11	232
7	8	9	14	-	23
	12	42	14	-	56
	16	38	-	-	38
Итого по ПП		89	28	-	117
20	8	8	5	-	13
	12	15	5	-	20
	16	18	3	-	21
Итого по ПП		41	13	-	54
32	8	16	8	-	24
	12	24	64	-	88
	16	40	12	-	52
	20	64	8	12	84
Итого по ПП		144	92	12	248

Следует отметить, что, не смотря на процесс массового усыхания ели, короед-типограф не поражает все деревья ели в насаждении. В условиях диффузно-рассеянного характера усыхания ели вредитель заселяет лишь единичные деревья. Даже в насаждениях с удовлетворительным санитарным состоянием крупные деревья, погибшие в результате естественного отпада, поражались ксилофагом. Угроза гибели всего древостоя в результате заселения короедом части угнетенных деревьев отсутствует.

Таким образом, короед, являясь деструктором отпада, ускоряет отмирание всех ослабленных деревьев ели диаметром свыше 24 см, и части деревьев диаметром 16-24 см. Тонкие деревья усыхают без участия короеда-типографа.

5.8. Роль фаутовых признаков и болезней в усыхании ельников

Значительное негативное влияние на состояние древостоев оказывают различные фаутомы и болезни. В южной части Пермского края наиболее распространены следующие фаутовые признаки: однобокость и изреженность кроны, наличие смолородков (табл. 5.36).

Деревья с однобокой кроной встречаются почти на всех ПП, особенно среди живых деревьев. Встречаются указанные деревья и среди погибших. В целом доля деревьев ели с однобокой кроной на одной ПП не превышает 19,2 %. Однобокость кроны наиболее распространена среди насаждений зеленомошного типа леса.

Изреженность кроны свидетельствует об ослабленном и сильно ослабленном состоянии деревьев (Об утверждении..., 2017). Ажурную крону невозможно идентифицировать среди усохших деревьев. У усыхающих деревьев хвоя начинает постепенно отпадать. Среди живых деревьев встречаемость указанного фаута может достигать 20 % на одной ПП.

Деревья со смолородками встречаются практически на всех ПП. Следы смолотечения сохраняются и на погибших деревьях. Погибшие деревья ели с наличием смолородков или еловой серки встречаются крайне редко (встречаемость не превышает 2,1 %). Особо следует отметить, что на ПП с

отсутствием очагов массового сухостоя ели распространённость деревьев с наличием серки значительно выше, чем в очагах усыхания (на ПП 37 – 16,7 %; на ПП 22 – 10 %; на ПП 33 – 40,6 %; на ПП 35 – 69 %; на ПП 34 – 26,5 %). Исключение составляют только ПП 20 и ПП 25 – где доля деревьев с наличием серки не превышает 4,3 и 1,8 % соответственно. В очагах усыхания встречаемость живых деревьев со смолоподтеками не превышает 9,4 % в условиях зеленомошного типа леса, 6,8 % – в условиях кисличного типа леса и 7,4 % – в насаждениях липнякового типа леса.

Обнаружена обратная взаимосвязь между долей деревьев с наличием еловой серки по густоте и долей сухостоя: с уменьшением доли деревьев со смолоподтеками увеличивается доля сухостоя, ухудшается общее санитарное состояние деревьев ели (табл. 5.37).

Максимальная зависимость наблюдается между встречаемостью деревьев со смолоподтеками и долей сухостоя по густоте, а наименьшая – связь между встречаемостью деревьев со смолоподтеками и средневзвешенным баллом санитарного состояния. Максимальная взаимосвязь между выборками наблюдается в насаждениях зеленомошного типа леса, а минимальная – в насаждениях липнякового типа леса.

Способность деревьев выделять живицу зависит от множества факторов (Фролов и др., 2007): метеорологических, географических, лесоводственно-таксационных и биологических. При этом следует отметить, что с живицей связана устойчивость хвойных пород к суровым климатическим условиям, к вредителям и болезням (Раскатов, 1954; Гримальский, 1980). В частности, Высоцким и Евлаковым (2014) доказана устойчивость высокосмолопродуктивных деревьев сосны к корневой губке. Живица обладает способностью предохранять обнаженные ткани дерева, «заживлять раны» (Иванов, 1961).

Двувершинные деревья встречаются крайне редко. При наблюдении за усыханием двувершинных деревьев установлено, что вершины дерева усыхают не одновременно, а друг за другом, но в один вегетационный сезон. На ПП 4 в июле усохла одна вершина, к сентябрю усохла другая (рис. 5.14).

Таблица 5.36. – Встречаемость фаутных признаков деревьев ели, %

Тип леса	№ ПП	Однобокая крона		Двувершинность		Ажурная крона		Смолоподтеки (еловая серка)		Механическое повреждение ствола		Наклон ствола		Морозобойная трещина	
		Живые	Сухие	Живые	Сухие	Живые	Сухие	Живые	Сухие	Живые	Сухие	Живые	Сухие	Живые	Сухие
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ельник зеленомошный	11	10,9	-	0,8	-	7,8	-	4,7	-	1,6	0,8	-	-	-	-
	12	11,1	8,1	-	-	2,0	-	-	-	1,0	-	1,0	-	-	-
	15	5,9	-	-	-	5,9	-	6,8	-	5,1	-	-	-	-	-
	18	0,6	-	1,9	0,6	-	-	3,8	2,1	-	-	-	-	-	-
	23	11,9	0,6	3,4	0,6	2,3	-	1,1	-	12,5	-	2,3	-	1,7	-
	24	5,1	-	1,1	-	-	-	2,3	-	2,3	-	2,3	0,6	2,3	0,6
	26	9,4	0,8	2,3	-	0,8	-	9,4	-	0,8	-	3,9	0,8	0,8	-
	27	8,1	-	-	-	-	-	4,0	-	-	-	4,0	-	-	-
	28	5,9	-	-	-	-	-	1,0	-	1,0	-	2,0	-	-	-
	36 (контроль)	6,7	-	-	-	-	-	6,7	-	-	-	2,2	-	-	-
37 (контроль)	9,1	-	-	-	-	-	16,7	-	9,1	-	1,5	-	-	-	
Ельник кисличный	2	1,4	-	-	-	-	-	4,1	-	0,7	-	-	-	-	-
	4	3,1	-	-	0,6	10,6	-	0,6	0,6	-	-	0,6	-	-	-
	8	12,1	-	-	-	6,9	-	5,2	-	3,4	-	-	-	-	-
	9	1,7	1,7	-	-	18,6	-	6,8	1,9	1,7	-	-	-	-	-
	10	2,4	-	-	-	4,8	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-
	13	9,8	-	-	-	1,6	-	3,3	-	4,9	-	-	-	-	-
14	10,8	-	2,2	-	4,3	-	1,1	-	4,3	-	1,1	-	-	-	

Окончание таблицы 5.34

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ельник кисличный	17	-	-	2,1	-	3,2	-	4,2	-	-	-	1,1	1,1	1,1	-
	22 (контроль)	8,3	-	3,3	-	1,7	-	10,0	-	-	-	3,3	-	-	-
	33 (контроль)	-	-	-	3,1	3,1	-	40,6	-	6,3	-	-	-	-	-
	35 (контроль)	1,1	-	-	-	-	-	69,0	-	-	-	-	-	-	-
Ельник липняковый	1	-	-	-	-	-	-	6,4	-	-	-	-	2,1	2,1	2,1
	3	2,8	-	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-	1,4
	5	-	-	-	-	20,0	-	7,3	-	-	-	-	-	5,5	-
	6	15,0	-	-	-	5,0	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-
	7	11,9	-	-	-	16,9	-	3,4	-	3,4	-	1,7	-	-	-
	16	0,7	-	-	-	2,9	-	6,5	-	-	-	-	-	0,7	-
	19	5,1	1,3	-	-	10,3	-	3,8	-	5,1	-	2,6	1,3	1,3	-
	20 (контроль)	12,8	-	2,1	-	4,3	-	4,3	-	4,3	-	2,1	-	2,1	-
	21	10,0	-	-	-	18,3	-	1,7	-	-	-	1,7	1,7	-	-
	25 (контроль)	1,8	-	1,8	-	3,6	-	1,8	-	1,8	-	1,8	-	-	-
	32	-	-	-	-	-	-	7,4	0,9	-	-	-	-	-	-
34 (контроль)	-	-	-	-	-	-	26,5	-	-	-	-	-	-	-	

Примечание: живые – здоровые, ослабленные, сильно ослабленные деревья ели; сухие – усыхающие, свежий и старый сухостой.

Таблица 5.37. – Значения коэффициентов корреляции и их оценка

Сравниваемые выборки	Тип леса			Итого
	Е. зм.	Е. к.	Е. лп.	
Связь между встречаемостью деревьев со смолоподтеками и долей сухостоя по густоте	- 0,751 (сильная)	- 0,551 (средняя)	- 0,335 (средняя)	- 0,408 (средняя)
Связь между встречаемостью деревьев со смолоподтеками и долей сухостоя по запасу	- 0,632 (средняя)	- 0,560 (средняя)	- 0,323 (средняя)	- 0,380 (средняя)
Связь между встречаемостью деревьев со смолоподтеками и средневзвешенным баллом санитарного состояния	- 0,326 (средняя)	- 0,345 (средняя)	- 0,211 (слабая)	- 0,201 (слабая)

Актами лесопатологического обследования у ели зафиксированы следующие гнилевые болезни (табл. 5.38): пестрая ямчато-волокнистая (ситовая) гниль корней, вызываемая корневой губкой (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.), светло-бурая ядрово-заболонная гниль, возбудителем которой является трутовик окаймленный (*Fomitopsis pinicola* (Sw.) P.Karst), пестрая ядровая гниль ели, возбуждаемая еловой губкой (*Phellinus chrysoloma* (Karst.)), бурая ядровая корневая и комлевая гниль, возбудителем которой является трутовик Швейница (*Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat.), белая заболонная гниль корней, вызываемая опенком осенним (*Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm.).

Ель в условиях зоны хвойно-широколиственных лесов подвержена различным видам гнилей. Ни одно заболевание не встречается на всех усохших лесных участках. Наиболее распространенными возбудителями являются грибы трутовик окаймленный (зафиксирован в 44,3 % лесных выделах) и корневая губка (встречается в 37,6 % случаев).

Зарубежные ученые (Matzner, Ulrich, 1985) относят корневые и ствольные гнили, а также рак стволов, при усыхании насаждений, к группе сопутствующих факторов.

На ПП обнаружены заболевания: светло-бурая ядрово-заболонная гниль, пестрая ямчато-волокнистая (ситовая) гниль корней, пестрая ядровая гниль ели, белая заболонная гниль корней, язвенный (раневоый) рак ели.

Трутовик окаймленный, вызывающий светло-бурую ядрово-заболонную гниль, очень часто поселяется на сухостое, способствуя их быстрому разрушению

(Кузьмичев и др., 2004). Плодовые тела трутовика встретились только на усохших деревьях ели (табл. 5.39) (рис. 5.15).



Рисунок 5.14. – Усыхание двuverшинного дерева

Таблица 5.38. – Площадь очагов усыхания, пораженных болезнями, га/%

Лесничество	Общая площадь санитарных рубок, га	Площадь насаждений, пораженных болезнью				
		пестрая ямчато-волокнистая (ситовая) гниль корней	светло-бурая ядрово-заболонная гниль	пестрая ядровая гниль ели	бурая ядровая корневая и комлевая гниль	белая заболонная гниль корней
Кишертское	$\frac{4513,5}{100}$	$\frac{2104,6}{46,6}$	$\frac{584,7}{12,9}$	$\frac{786,5}{17,4}$	-	-
Куединское	$\frac{2339,9}{100}$	$\frac{313,9}{13,4}$	$\frac{1549,3}{66,2}$	-	-	-
Октябрьское	$\frac{3824,4}{100}$	$\frac{1446,4}{37,8}$	$\frac{2342,6}{61,3}$	-	-	-
Осинское	$\frac{4113,8}{100}$	$\frac{1295,5}{31,5}$	$\frac{2425,4}{59,0}$	$\frac{0,5}{0,01}$	-	-
Очерское	$\frac{4851,8}{100}$	$\frac{3248,3}{67,0}$	$\frac{880,2}{18,1}$	$\frac{107,2}{2,2}$	-	-
Чайковское	$\frac{4193,9}{100}$	$\frac{557,3}{13,3}$	$\frac{2789,2}{66,5}$	$\frac{29,6}{0,7}$	$\frac{6,5}{0,2}$	$\frac{4,2}{0,1}$
Итого	$\frac{23837,3}{100}$	$\frac{8966}{37,6}$	$\frac{10571,4}{44,3}$	$\frac{923,8}{3,9}$	$\frac{6,5}{0,03}$	$\frac{4,2}{0,02}$

Таблица 5.39. – Встречаемость трутовика окаймленного на сухих деревьях ели, %

Тип леса	№ ПП	Встречаемость
Ельник зеленомошный	12	3,8
	18	8,0
	24	6,3
	26	10,0
	28	3,6
Ельник кисличный	4	5,6
	9	3,6
	13	3,7
	14	6,1
	17	7,1
Ельник липняковый	35	6,7
	1	8,8
	6	4,0
	16	8,9
	19	15,4
	21	6,3
	32	10,8



Рисунок 5.15. – Плодовые тела трутовика окаймленного на усохших деревьях ели

Распространенность пораженных трутовиком окаймленным погибших деревьев в пределах насаждения невысокая, не превышает 15,4 %.

Пестрая ядровая гниль ели встретилась только на ПП 16 на одном живом дереве (рис. 5.16). Данное обстоятельство свидетельствует, что еловая губка роли в усыхании ельников не играет.



Рисунок 5.16. – Плодовые тела еловой губки на ПП 16

Опенок осенний, вызывающий **белую заболонную гниль корней**, в основном поражает предварительно ослабленные иными неблагоприятными факторами деревья и ускоряет процесс их усыхания (Кузьмичев и др., 2004). Очаги усохших ельников, пораженных опенком, носят куртинно-групповой характер (Сарнацкий, 2009). Опенок осенний на юге Пермского края распространен крайне редко: на ПП 13 его встречаемость составила 4,9 %, на ПП 16 – 0,7 % (рис. 5.17). Ризоморфы гриба обнаружены только на погибших деревьях ели. Низкая встречаемость возбудителя указывает на то, что он не является причиной усыхания ели.

Корневая губка. Считается, что поражение корневой губкой вызывает усыхание хвойных пород (Кузьмичев, 2004). Ряд авторов полагает, как уже упоминалось в главе 2, что усыхание ельников вызывается заражением деревьев корневой губкой (Межибовский, 2015). Однако корневая губка является постоянным компонентом лесного биогеоценоза, её невозможно уничтожить (Сарнацкий, 2009). Плодовые тела корневой губки почти невозможно обнаружить, по этой причине возникают сложности с идентификацией гнили.

С целью подробного изучения влияния гнилей нами заложены ПП на свежих вырубках, где прошли сплошные санитарные рубки, а также где прошла сплошнолесосечная рубка спелых и перестойных насаждений (контроль) (табл. 5.40).



Рисунок 5.17. – Ризоморфы опенка осеннего на усохших деревьях ели

Таблица 5.40. – Встречаемость пней срубленных деревьев ели с наличием или отсутствием гнили, %

Тип леса	№ ПП, вид рубки	Живые деревья		Усохшие деревья		
		пестрая ямчато- волоконистая (ситовая) гниль корней	с отсутствием гнили	пестрая ямчато- волоконистая (ситовая) гниль корней	светло-бурая ядрово- заболонная гниль	с отсутствием гнили
Е.зм.	1 - ССР	45,1	28,4	12,7	13,8	-
Е.тр.	2 - ССР	25,8	6,5	38,7	22,5	6,5
Е.к.	3 - ССР	16,8	31,7	27,0	13,6	10,9
	4 - ССР	51,0	12,7	21,4	7,1	7,8
	5 – СР (контроль)	55,0	38,0	7,0	-	-

Среди живых деревьев корневая губка значительно распространена (достигает 51 и 55 % в опытном и контрольном вариантах) (рис. 5.18). Иногда доля деревьев с отсутствием гнили (рис. 5.19) значительно меньше доли пораженных гнилью среди живых деревьев.

У усохших деревьев наиболее распространено заболевание, вызываемое корневой губкой и достигает 38,7 % в условиях ельника травяного. Встречаемость погибших деревьев, пораженных трутовиком окаймленным, невысокая и не превышает 22,5 % (рис. 5.20). Редко встречаются усохшие деревья с отсутствием гнилевой болезни, их распространенность не превышает 10,9 % (рис. 5.21).



Рисунок 5.18. – Пень срубленного живого дерева, пораженного корневой губкой



Рисунок 5.19. – Пень срубленного живого дерева ели с отсутствием гнили



а



б

Рисунок 5.20. – Пни срубленных усохших деревьев ели с наличием гнили, вызываемой: (а) корневой губкой, (б) трутовиком окаймленным



Рисунок 5.21. – Пень срубленного усохшего дерева ели с отсутствием гнили

Заражение корневой губкой способствует усыханию, усиливает его процесс, поскольку корневая гниль значительно ослабляет состояние дерева и его способность сопротивляться другим неблагоприятным факторам среды.

Язвенный (ранево́й) рак ели (рис. 5.22) – заболевание ветвей и стволов деревьев, при котором образуются различные виды ран. Открытые раны могут быть разной формы: вытянутые, широкие или неправильно округлые, ступенчатые, неступенчатые или с нечетко выраженной ступенчатостью. Бывают различных размеров. Чаще раны располагаются в нижней части ствола (Вишнякова и др., 1977). Согласно исследованиям ученых (Дорожкин и др., 1979), язвенный рак наиболее часто распространен в ельниках, подвергающихся интенсивному антропогенному воздействию.

Первичными причинами, приводящими к появлению рака ели, являются механические повреждения различного происхождения (повреждения, наносимые деревьям в результате различных видов рубок; повреждения, наносимые животными; повреждения, возникающие в результате погодных условий (морозобоины)) (Щедрова, 1979).

Возбудителем раневого (язвенного) рака ели является комплекс грибов, среди которых преобладает *Biatorrella difformis* (Fries) Rehm (Щедрова, 1979).

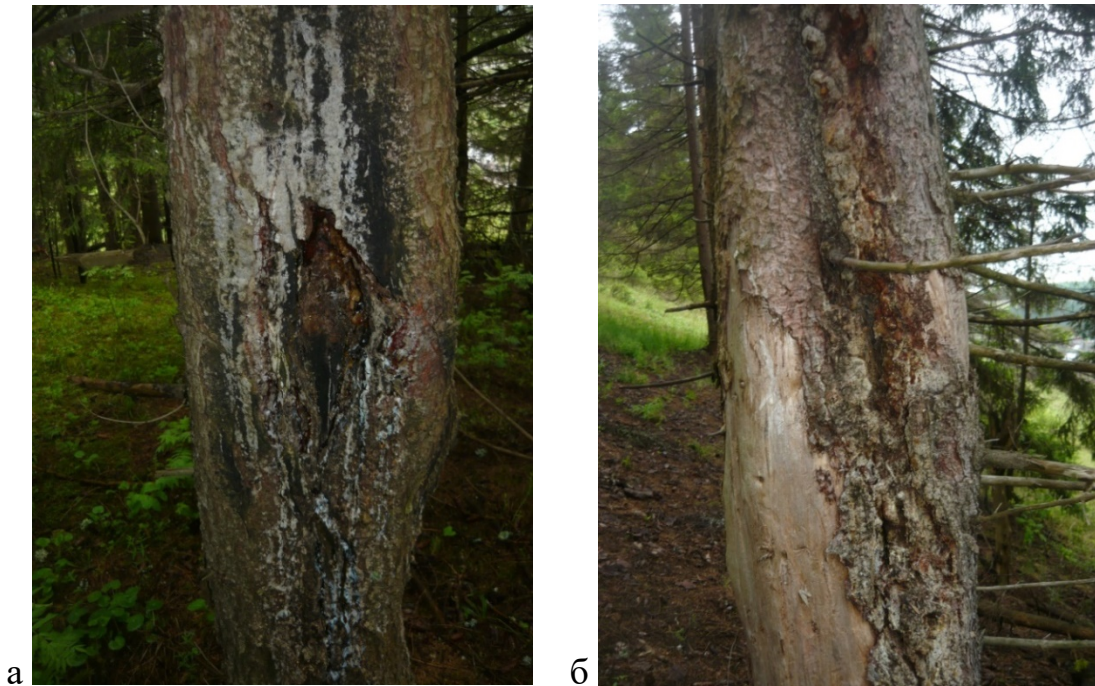


Рисунок 5.22. – Раневой (язвенный) рак ели: а) на живом дереве; б) на усохшем дереве

На юге Пермского края язвенный рак зафиксирован во всех исследованных насаждениях Октябрьского и Осинского лесничеств, включая контрольные насаждения с отсутствием массового усыхания ели (табл. 5.41).

В остальных лесничествах болезнь встречается в единичных случаях. Язвенный рак отсутствует на ПП № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15. На ПП № 29, 30, 31 наличие или отсутствие язвенного рака не фиксировалось. Следует отметить, что в условиях ельника зеленомошного распространенность язвенного рака значительно выше, чем в ельниках остальных типов леса.

Язвенный рак обнаружен и в опытных, и в контрольных насаждениях. Наличие язвы наблюдается у деревьев практически всех категорий санитарного состояния. Согласно В.А. Зудилину (2008), болезнь поражает одинаково развитые деревья верхнего полога и отставшие в приросте. Внешних признаков ослабления кроны пораженных елей также нет.

Не весь старый сухостой ели до гибели был поражен заболеванием (доля старого сухостоя, пораженного язвенным раком, варьирует от 0 до 83,3 %). В целом степень пораженности болезнью в древостоях варьирует от 0,8 до 83,5 %.

Среди деревьев одной категории санитарного состояния встречаемость деревьев с язвой может достигать 100 %. С ухудшением категории санитарного состояния деревьев ели количество пораженных язвенным раком деревьев увеличивается, что закономерно, поскольку угнетенные иными причинами деревья служат очагом заражения грибами.

Таблица 5.41. – Встречаемость деревьев ели, пораженных язвенным раком, %

Тип леса	Класс возраста	№ ПП	Доля пораженных деревьев в различных категориях санитарного состояния, %						Итого, %
			1	2	3	4	5	6	
Е. зм.	4	23	0	8,9	54,5	100	100	38,2	21,0
		26	0	68,2	81,8	-	-	36,7	46,9
		27	0	85,7	100	100	-	71,4	83,5
		28	0	75,0	86,4	100	-	39,3	63,4
		36 (контроль)	0	45,5	96,4	-	-	75,0	77,8
		37 (контроль)	0	57,9	97,4	-	-	60,0	77,3
	6	18	0	0	0	0	0	2,9	0,8
		24	0	55,0	92,3	80,0	-	64,0	49,1
Е. к.	3	35 (контроль)	0	44,0	85,7	-	-	26,7	24,1
	5	33 (контроль)	0	35,3	75,0	-	-	0	28,1
	6	22 (контроль)	0	0	33,3	100	-	0	3,3
	7	17	0	79,3	100	0	-	9,1	30,5
Е. лп.	4	19	0	24,0	52,4	0	100	9,1	24,4
		20 (контроль)	0	6,7	87,5	100	-	75,0	27,7
		21	0	81,8	81,3	-	-	18,8	41,7
		32	0	46,7	81,8	-	-	24,3	29,6
		34 (контроль)	0	47,1	100	-	-	33,3	32,4
	5	16	0	3,7	55,6	-	-	4,4	5,8
	6	25 (контроль)	0	21,4	66,7	-	0	83,3	21,8

В научной литературе случаев усыхания ели от язвенного рака не отмечено. Раневой рак снижает продуктивность еловых лесов, снижает выход деловой древесины и качество получаемых сортиментов.

Таким образом, не установлено влияние язвенного (раневого) рака на усыхание еловых насаждений, но заболевание значительно ослабляет состояние дерева и усиливает процесс усыхания.

5.9. Влияние колебаний климата на устойчивость ельников

В последние годы в научной среде активно обсуждается проблема глобального потепления климата. Проблему усыхания ельников многие ученые связывают именно с процессом изменения климата и с засухами, которые влияют на скорость размножения вредителей и диапазон их естественного распространения (Mcdowell et al., 2008; Allen et al., 2010; Mezei et al., 2017; Jönsson, Lagergren, 2018; Ivantsova et al., 2019).

По сведениям Пятого доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата «Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа» (Stocker et al., 2013), глобальное потепление климатической системы наблюдается приблизительно с 1950 года. С этого года наблюдаются изменения во многих экстремальных метеорологических и климатических явлениях. В глобальном масштабе количество холодных суток сократилось, а теплых – увеличилось. В частности, участились засухи, лесные пожары и наводнения. По материалам Ю.П. Переведенцева и соавторов (2012), глобальное потепление климата наблюдается с 1976 года.

На территории России глобальная среднегодовая температура в период с 1976 по 2010 гг. росла со скоростью $0,5^{\circ}/10$ лет (Переведенцев и др., 2012). В.А. Шкляев и Л.С. Шкляева (2011) отмечают, что на территории Урала особенно существенен рост средней температуры зимой и весной. На юге Урала за последние 100 лет средняя годовая температура воздуха в различных регионах увеличилась на $2-3^{\circ}\text{C}$, а на севере – на $0,7-0,8^{\circ}\text{C}$.

В зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края за период 1891-1954 гг. средняя многолетняя среднегодовая температура воздуха по различным метеостанциям варьировала от $0,4^{\circ}\text{C}$ (метеостанция «Октябрьский») до $1,5^{\circ}\text{C}$ (метеостанция «Оса») (Шкляев, Балков, 1963). В последние годы этот показатель варьирует от $2,7^{\circ}\text{C}$ (метеостанция «Верещагино») до $4,5^{\circ}\text{C}$ (метеостанция «Чайковский») (табл. 5.42).

Таблица 5.42. – Средние многолетние значения среднегодовой температуры воздуха по метеостанциям, расположенным в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края, за последние годы

Метеостанция	Годы исследований	Средние многолетние значения среднегодовой температуры воздуха, °С
Октябрьский	2009-2018	2,8
Оса	2005-2018	3,4
Верещагино	2006-2018	2,7
Чайковский	2009-2018	4,5
Чернушка	2005-2018	3,1

Данные рис. 5.23 свидетельствуют, что наиболее теплыми на исследуемой территории были 2005, 2010, 2015 и 2016 годы. А наиболее холодными – 2006 и 2013 годы. В указанные годы общее среднее значение среднегодовой температуры воздуха не превышало 1,4°С. А по метеостанции «Октябрьский» в 2013 году данный показатель составлял -0,2°С.

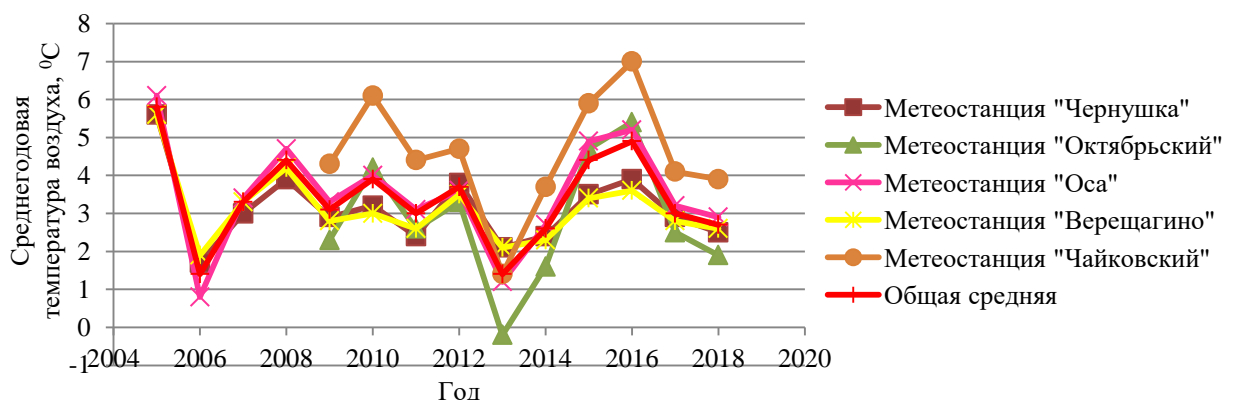


Рисунок 5.23. – Среднегодовая температура воздуха в районе исследований за период 2005-2018 гг.

Факт потепления климата на юге Пермского края подтверждается также графиком распределения средних температур по месяцам года (рис. 5.24). Данные представлены на примере метеостанции «Чайковский».

Данные рисунка 5.24 свидетельствуют, что по показателям метеостанции за последние годы произошло смещение графика в сторону положительных температур. Повышение температуры наблюдается в каждом месяце года.

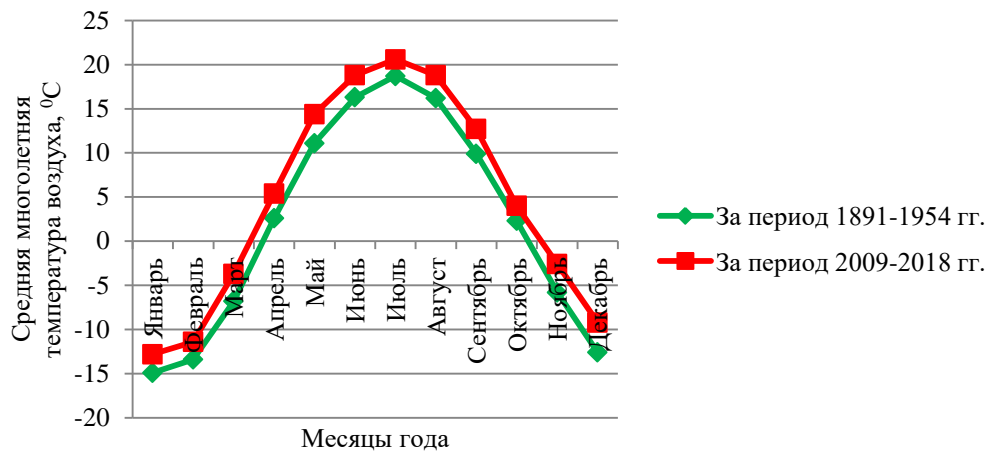


Рисунок 5.24. – Средняя многолетняя температура воздуха в различные месяцы года за период 1891-1954 гг. и за последние годы (2009-2018 гг.) по метеостанции «Чайковский»

Наряду с глобальным повышением температуры, в последние годы во многих регионах наблюдается общая тенденция увеличения количества осадков. К росту осадков привело потепление климата (Переведенцев, 2012). Рост количества осадков отмечен на Среднем Урале (Шкляев, Шкляева, 2011), на Кавказе (Битюков, Шагаров, 2013), в Западной Европе, в Европейской части России (Золина, 2011). На Среднем Урале выделяется период уменьшения количества осадков с 1930 по 1947 гг., после чего наблюдается их увеличение (Шкляев, Шкляева, 2011).

За период 1891-1954 гг. среднее многолетнее годовое количество атмосферных осадков варьировало от 438 (метеостанция «Чайковский») до 561 мм (метеостанция «Чернушка») (Шкляев, Балков, 1963). В последние годы этот показатель варьирует от 563 (метеостанция «Оса») до 755 мм (метеостанция «Октябрьский») (табл. 5.43).

В период с 2006 по 2012 гг. в зоне хвойно-широколиственных лесов ежегодно выпадало обильное количество осадков (рис. 5.25). При этом за указанный период максимальное количество осадков выпало в 2006 г (1076 мм в среднем по исследуемой территории), а наименьшее – в 2010 г (810 мм).

Таблица 5.43. – Средние многолетние значения годового количества атмосферных осадков по различным метеостанциям, расположенным в зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края, за последние годы

Метеостанция	Годы исследований	Средние многолетние значения годового количества осадков, мм
Октябрьский	2009-2018	755
Оса	2007-2018	563
Верещагино	2006-2018	751
Чайковский	2009-2018	644
Чернушка	2006-2018	586

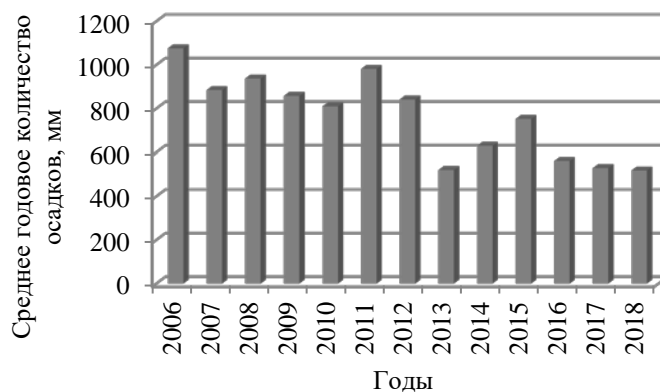


Рисунок 5.25. – Годовое количество осадков за последние годы в районе исследований

После 2012 г. годовое количество осадков значительно уменьшилось. При этом наибольшее количество осадков за указанный период выпало в 2015 г. (752 мм в среднем по району исследований). Данные, полученные по метеостанции «Чайковский», свидетельствуют, что увеличение количества атмосферных осадков наблюдается в каждом месяце года (рис. 5.26).

Таким образом, в южной части Пермского края, как и во всем мире, идет процесс изменения климата, в частности, повышается температура воздуха и увеличивается количество атмосферных осадков.

При этом первые упоминания об усыхании ельников встречаются еще в Средние века. В частности, как уже упоминалось в главе 2, в странах Западной Европы хроника массового усыхания ельников ведется с 1473 г (Skuhrahy, 2002).

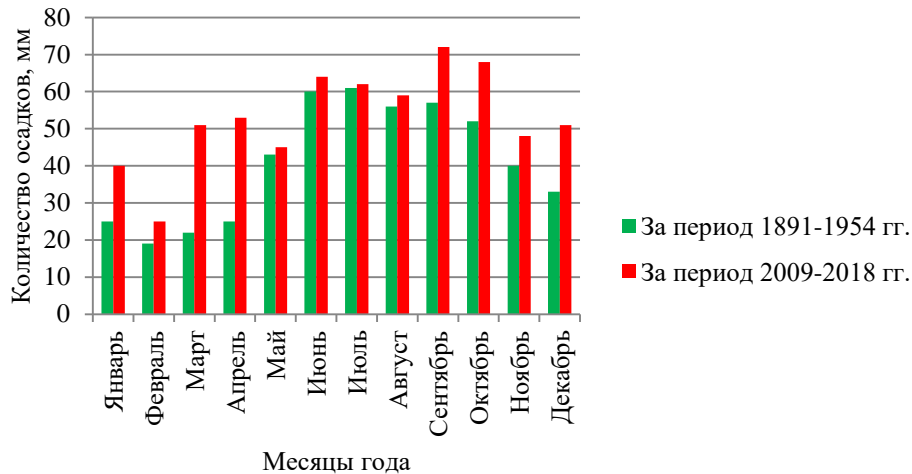


Рисунок 5.26. – Среднее многолетнее количество атмосферных осадков в различные месяцы года за период 1891-1954 гг. и за последние годы (2009-2018 гг.) по метеостанции «Чайковский»

Следует отметить, что указанный год относится к Малому ледниковому периоду (Леви, 2014), который характеризовался обилием осадков и относительным понижением температуры. В Пермском крае, как упоминалось в разделе 4.2, усыхание ели наблюдалось с 1945 г.

Выводы

1. С улучшением лесорастительных условий устойчивость ельников к усыханию повышается: усыханию наиболее подвержены ельники, произрастающие в относительно низкотрофных свежих (B_2) условиях местопроизрастания, а наименее – ельники, произрастающие в относительно высокотрофных влажных (C_3) и сырых (C_4) условиях местопроизрастания. Наименьшей устойчивостью к усыханию характеризуются насаждения зеленомошного и кисличного типов леса. А наиболее устойчивыми к усыханию оказались насаждения липнякового и травяного типов леса.

2. Усыханию подвержены как одновозрастные, так и разновозрастные еловые древостой. Среди разновозрастных древостоев в большинстве случаев

наименее устойчивым является старшее поколение ели. Усыхание наблюдается среди древостоев 2 класса возраста и выше. В отдельно взятом разновозрастном насаждении средний возраст живых и усохших деревьев значительно между собой не отличается.

3. В условиях зеленомошного и кисличного типов леса с увеличением доли ели и сосны в составе древостоев их устойчивость к усыханию снижается. С увеличением доли лиственных пород в составе древостоев устойчивость ели к усыханию повышается. Полученные результаты подтверждаются высокими значениями коэффициентов корреляции.

4. Влияние полноты древостоя на санитарное состояние ели зависит от состава древостоя: при высокой доле участия ели и сосны в составе древостоев с увеличением полноты древостоя санитарное состояние ели ухудшается, а при высокой доле участия лиственных пород в составе древостоев с увеличением полноты древостоя санитарное состояние ели улучшается.

5. Лесные почвы района исследований характеризуются высокой степенью фитотоксичности. В процессе исследований влияние токсичности почв на состояние ельников не установлено.

6. Все тонкие деревья ели диаметром 8-12 см, а также часть деревьев диаметром 16-24 см, усыхают без участия короеда-типографа. При этом короед усиливает процесс усыхания всех деревьев диаметром свыше 24 см, и части деревьев диаметром 16-24 см, нападая на угнетенные деревья.

7. С увеличением встречаемости деревьев ели с наличием серки уменьшается встречаемость усохших деревьев. В насаждениях с отсутствием очагов сухостоя ели распространенность деревьев с наличием еловой серки значительно выше, чем в очагах усыхания.

8. Белая заболонная гниль корней не являются причиной усыхания ельников. Заражение корневой губкой способствует усыханию, поскольку зараженные деревья характеризуются ослабленным состоянием. Язвенный рак также ослабляет состояние дерева, способствуя его усыханию.

9. Процесс усыхания можно условно разделить на три стадии. На первой стадии усыхание наблюдается во всех ступенях толщины. На второй стадии отмирают наиболее крупные деревья, что служит сигналом затухания очага усыхания. На третьей стадии в отпад постепенно переходят отставшие в росте ослабленные деревья. Другими словами, в насаждении наблюдается естественный отпад.

10. В районе исследования, как и во всем мире, в последние годы наблюдается повышение температуры и увеличение количества осадков. При этом первые упоминания об усыхании ельников в Европе встречаются еще в Средние века, в климатическую эпоху, называемую Малым ледниковым периодом.

ГЛАВА 6. СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

6.1. Обеспеченность подростом усохших еловых насаждений

6.1.1. Предварительное лесовосстановление

Известно, что устойчивость насаждений во многом зависит от наличия подроста предварительной генерации (Злобин, 1970). Предварительное естественное лесовосстановление – это появление молодого поколения лесообразующих пород под пологом древостоя. А также формирование нового поколения естественным путем на сплошных вырубках и гарях за счет сохранившейся части подроста (Луганский и др., 2010а).

Согласно литературным источникам, предварительное естественное лесовосстановление в усыхающих ельниках в большинстве случаев идет удовлетворительно. Дальневосточные ученые (Розенберг, 1961; Любарский, Соловьев, 1969; Манько, 1987) отмечают, что в Хабаровском крае хвойными породами восстанавливается 72,6 % от общей площади погибших древостоев, а хвойными и лиственными – 23,7 %, в Приморском крае – 59,8 и 39,5 % соответственно. Площадь, зарастающая только лиственными породами, незначительна. Также незначительна площадь, на которой подрост отсутствует.

В Московской области через 10 лет после гибели материнского полога в очагах усыхания преобладает подрост ели высотой до 1,5 м. Лесовосстановление подростом березы незначительно (Ермаков, Маслов, 2012).

Исследования состояния лесовосстановления на ПП в трех типах леса подтверждают, что опытные и контрольные насаждения, даже с примесью лиственных пород, восстанавливаются хвойными породами (табл. 6.1).

Ослабленные насаждения с незначительной долей сухостоя (ПП 34, 35) имеют в составе подроста предварительной генерации, кроме хвойных пород, также лиственные породы, в частности, осину. В составе подроста ПП 24, 26, 33 участвует только ель.

Таблица 6.1. – Общая характеристика подроста на ПП

Тип леса	№ ПП	Состав по породам	Самосев, шт/га	Густота подроста, шт/га		Оценка густоты	Подрост в пересчете на крупный, шт/га	Требуемый способ лесовосстановления	
				Ж	Н				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Ельник зеленомошный (Е. зм.)	11	4Е	2500	1833	-	Средней густоты	917	Естеств. (сохр. подр.)	
		5П	500	2667	166		1942		
		1С	1833	667	-		334		
	15	1Е	8333	1000	-	Густой	500	Естеств. (сохр. подр.)	
		6П	500	7000	-		4733		
		3С	1333	4000	334		2534		
	18	8Е	-	7334	-	Густой	4168	Естеств. (сохр. подр.)	
		2П	167	1833	167		1316		
	23	9Е	1125	5125	750	Средней густоты	3125	Естеств. (сохр. подр.)	
		1С	250	500	-		288		
	24	10Е	125	562	187	Редкий	300	Искусств.	
	26	10Е	-	1166	1666	Редкий	708	Естеств. (минер. почвы) или комбин.	
	27	9Е	1333	7165	999	Средней густоты	4224	Естеств. (сохр. подр.)	
		1П	167	833	-		416		
	28	Отсутствует							Искусств.
	36 (контроль)	2Е	1333	4000	-	Густой	2300	Естеств. (сохр. подр.)	
		8П	3000	16000	667		10400		
С		1333	-	-	-				
37 (контроль)	1Е	-	834	500	Густой	575	Естеств. (сохр. подр.)		
	9П	833	13333	2833		7916			
Ельник кисличный (Е. к.)	2	4Е	-	1000	333	Средней густоты	625	Естеств. (минер. почвы) или комбин.	
		6П	167	1667	-		834		
	4	10П	-	1166	500	Редкий	683	Естеств. (минер. почвы) или комбин.	
		8Е	500	3416	83	Средней густоты	2165	Естеств. (сохр. подр.)	
	2П	166	999	333	599				
	13	7Е	-	166	1167	Редкий	133	Искусств.	
		3П	-	83	584		66		
	17	10П	500	500	-	Редкий	250	Искусств.	
	22 (контроль)	1Е	-	187	437	Средней густоты	150	Естеств. (сохр. подр.)	
		9П	125	3312	312		2575		
	33 (контроль)	10Е	-	563	563	Редкий	475	Искусств.	
	35 (контроль)	6Е	250	3875	1625	Средней густоты	2719	Естеств. (сохр. подр.)	
Ед.П		-	125	-	63				
4Ос		125	2250	-	1737				

Окончание таблицы 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ельник липняковый (Е. лп.)	1	8Е	1333	9832	2168	Густой	5191	Естеств. (сохр. подр.)
		2П	1167	3084	2499		2042	
	7	7Е	-	917	416	Редкий	767	Естеств. (минер. почвы) или комбин.
		3П	-	334	-		217	
	16	Е	-	-	500	Редкий	-	Искусств.
		10П	-	83	83		66	
	19	6Е	-	687	2312	Редкий	456	Естеств. (минер. почвы) или комбин.
		4П	-	374	124		312	
	20 (контроль)	4Е	-	2500	125	Средней густоты	1462	Естеств. (сохр. подр.)
		6П	-	3874	374		2530	
		Ед.С	-	125	-		100	
	21	3Е	-	62	312	Редкий	62	Искусств.
		7П	-	437	562		337	
	25 (контроль)	1Е	-	62	62	Редкий	62	Искусств.
		9П	1000	750	125		375	
	32	2Е	-	63	1062	Редкий	50	Искусств.
		8П	375	375	125		244	
	34 (контроль)	4Е	-	1062	313	Средней густоты	755	Естеств. (сохр. подр.)
		5П	-	1250	125		969	
		1Ос	-	125	-		100	

Примечание: Ж – жизнеспособный; Н – нежизнеспособный.

На трех ПП (4, 16, 17) в предварительном естественном лесовосстановлении участвует только подрост пихты, и на ПП 28 предварительное естественное лесовосстановление отсутствует.

В условиях ельника зеленомошного 40 % ПП, включая сильно ослабленные насаждения с незначительной долей сухостоя, характеризуются густым подростом. Подрост средней густоты имеют 30 % ПП. Доля нежизнеспособного подростка низкая, только на ПП 26 его доля превышает долю жизнеспособного подростка. На 70 % ПП зеленомошного типа леса способом лесовосстановления является сохранение подростка (рис. 6.1). С применением минерализации почвы или комбинированным способом может восстановиться 10 % ПП. В искусственном лесовосстановлении нуждается 20 % ПП.



Рисунок 6.1. – Подрост в условиях ельника зеленомошного: а) ПП 15; б) ПП 36

В условиях ельника кисличного на 50 % ПП, включая здоровое (ПП 22) и ослабленное насаждение с невысокой долей сухостоя (ПП 35), отмечена средняя густота подроста (рис. 6.2.а), на остальных 50% насаждений, включая сильно ослабленное насаждение с незначительной долей сухостоя (ПП 33), присутствует редкий по густоте подрост. В большинстве случаев доля нежизнеспособного подроста не превышает долю жизнеспособного. На ПП 13 доля нежизнеспособного подроста в 7 раз превышает долю жизнеспособного (рис. 6.2.б).



Рисунок 6.2. – Подрост в насаждениях ельника кисличного: а) ПП 35; б) ПП 13

В здоровом насаждении (ПП 22) количество нежизнеспособного подроста ели в 2,5 раза выше количества жизнеспособного. В сильно ослабленном

насаждении с невысокой долей усохших деревьев (ПП 33) количество жизнеспособного и нежизнеспособного подроста ели одинаковое. Путем сохранения подроста способно восстановиться 37,5 % ПП, комбинированным способом или с применением минерализации почвы – 25 %. В искусственном лесовосстановлении нуждается 37,5 % насаждений ельника кисличного.

В условиях ельника липнякового 67 % насаждений, включая здоровое насаждение (ПП 25) характеризуется редким по густоте подростом (рис. 6.3). При этом в 22 % насаждений, включая ослабленное насаждение с невысокой долей сухостоя, присутствует средний по густоте подрост. И только подрост на ПП 1 отнесен к категории густого. В 44 % насаждений количество нежизнеспособного подроста превышает количество жизнеспособного. Путем сохранения подроста способно восстановиться 33 % насаждений указанного типа леса, комбинированным способом или с применением минерализации почвы – 22 %. 44 % насаждений нуждается в искусственном лесовосстановлении.



Рисунок 6.3. – Подрост в насаждениях ельника липнякового: а) ПП 34; б) ПП 21

Материалы исследований свидетельствуют, что обеспеченность подростом предварительной генерации значительно лучше в условиях ельника зеленомошного. Наименее обеспечены подростом насаждения ельника липнякового. По нашему мнению, указанное связано с высокой влажностью лесорастительных условий (в условиях Пермского края липняковый тип леса иногда формируется в болотистой местности).

С увеличением высоты подроста его количество уменьшается (табл. 6.2). Среди мелкого подроста количество нежизнеспособного превышает количество жизнеспособного в 8 % случаев, среди среднего – в 19 % случаев, а среди крупного – в 31 % случаев.

Средний возраст мелкого жизнеспособного подроста ели варьирует от 3 до 7 лет, среднего – от 6 до 17 лет, крупного – от 14 до 26 лет. Средний возраст нежизнеспособного подроста варьирует в следующих пределах: мелкого – от 4 до 9 лет, среднего – от 7 до 19 лет, крупного – от 13 до 27 лет. Минимальный и максимальный средний возраст у нежизнеспособного подроста часто выше, чем у жизнеспособного.

Таким образом, с увеличением высоты и возраста жизнеспособного подроста его густота уменьшается, а густота нежизнеспособного подроста увеличивается. Данное обстоятельство объясняется действием естественного отбора.

В насаждениях ельника зеленомошного встречаемость жизнеспособного подроста варьирует от 0 до 93 % (равномерный) (табл. 6.3). Встречаемость подроста ели достигает 53 % (неравномерный). В насаждениях с наличием подроста пихты его встречаемость значительно выше встречаемости подроста ели (ПП 11, 15, 18, 36, 37).

Встречаемость подроста пихты может достигать 93 % (равномерный). Встречаемость нежизнеспособного подроста ели достигает 33 % (групповой), пихты – 40 % (неравномерный). Встречаемость самосева ели достигает 60 % (неравномерный), пихты – 33 % (групповой).

В условиях ельника кисличного встречаемость жизнеспособного подроста варьирует от 7 (групповой) до 55 % (неравномерный). Встречаемость подроста ели может достигать 50 % (неравномерный), а пихты – 55 % (неравномерный).

Таблица 6.2. – Количество и возраст подростка по группам высот

Тип леса	№ ПП	Порода	Мелкий				Средний				Крупный				
			Количество, шт/га		Средний возраст, лет		Количество, шт/га		Средний возраст, лет		Количество, шт/га		Средний возраст, лет		
			Ж	Н	Ж	Н	Ж	Н	Ж	Н	Ж	Н	Ж	Н	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Е. зм.	11	Е	1833	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		П	750	83	4	5	1750	83	7	5	167	-	12	-	
		С	667	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	Е	1000	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		П	3000	-	4	-	3833	-	7	-	167	-	11	-	
		С	2333	167	4	4	1500	167	6	5	167	-	8	-	
	18	Е	5667	-	4	-	1667	-	7	-	-	-	-	-	-
		П	500	-	4	-	1333	167	8	8	-	-	-	-	-
	23	Е	3250	625	5	5	1875	125	8	8	-	-	-	-	-
		С	375	-	5	-	125	-	6	-	-	-	-	-	-
	24	Е	500	-	5	-	62	187	8	13	-	-	-	-	-
	26	Е	749	916	7	7	417	417	7	8	-	333	-	27	
	27	Е	5083	750	4	5	1999	166	7	7	83	83	16	16	
		П	833	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	36	Е	3000	-	5	-	1000	-	7	-	-	-	-	-	-
П		8667	667	4	4	6333	-	9	-	1000	-	13	-		
37	Е	417	83	6	6	250	250	10	11	167	167	18	16		
	П	9500	1833	5	5	3333	833	9	10	500	167	15	18		
Е.к.	2	Е	583	83	5	6	417	250	6	9	-	-	-	-	
		П	1667	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4	П	833	333	4	6	333	167	8	7	-	-	-	-	
	9	Е	2167	-	3	-	833	-	9	-	416	83	15	17	
		П	666	333	4	4	333	-	6	-	-	-	-	-	
	13	Е	-	-	-	-	166	500	14	14	-	667	-	13	
П		-	167	-	4	83	250	13	12	-	167	-	20		

Окончание таблицы 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Е.к.	17	П	500	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	Е	-	-	-	-	187	437	15	12	-	-	-	-
		П	750	-	4	-	1812	187	11	9	750	125	21	23
	33	Е	-	-	-	-	438	438	12	12	125	125	15	24
	35	Е	1438	187	5	8	2187	688	10	13	250	750	19	23
		П	125	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ос		375	-	3	-	1625	-	6	-	250	-	11	-	
Е. лп.	1	Е	8916	1584	4	4	916	417	7	8	-	167	-	14
		П	1917	416	4	4	417	1500	9	8	750	583	13	12
	7	Е	-	-	-	-	750	416	7	10	167	-	14	-
		П	167	-	4	-	167	-	11	-	-	-	-	-
	16	Е	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500	-	22
		П	-	-	-	-	83	83	8	8	-	-	-	-
	19	Е	312	312	6	6	375	1125	17	19	-	875	-	25
		П	-	-	-	-	312	62	18	22	62	62	20	20
	20	Е	1875	-	4	-	500	125	11	9	125	-	23	-
		П	2187	187	4	4	1250	125	7	11	437	62	22	16
		С	-	-	-	-	125	-	8	-	-	-	-	-
	21	Е	-	-	-	-	-	-	-	-	62	312	26	23
		П	125	-	5	-	187	187	9	12	125	375	24	22
	25	Е	-	-	-	-	-	-	-	-	62	62	14	14
		П	750	-	3	-	-	-	-	-	-	125	-	26
	32	Е	-	-	-	-	63	812	11	14	-	250	-	24
		П	188	62	4	5	188	62	12	14	-	-	-	-
	34	Е	438	63	7	9	438	187	11	9	186	63	14	16
		П	187	63	6	5	938	62	11	13	125	-	13	-
		Ос	-	-	-	-	125	-	5	-	-	-	-	-

Примечание: Ж – жизнеспособный, Н – нежизнеспособный.

Таблица 6.3. – Встречаемость самосева, жизнеспособного и нежизнеспособного подроста по породам

Тип леса	№ ПП	Встречаемость, %											
		Самосев				Подрост					Нежизнеспособный подрост		
		Е	П	С	Ос	Е	П	С	Ос	Итого	Е	П	С
Е.зм.	11	27	13,3	27	-	27	60	13,3	-	87	-	7	-
	15	60	20	27	-	27	67	67	-	93	-	-	13,3
	18	-	7	-	-	20	40	-	-	60	-	7	-
	23	20	-	13,3	-	30	-	13,3	-	30	7	-	-
	24	5	-	-	-	7	-	-	-	7	7	-	-
	26	-	-	-	-	7	-	-	-	7	27	-	-
	27	27	7	-	-	53	13,3	-	-	60	33	-	-
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	36	7	33	7	-	47	93	-	-	93	-	13	-
	37	-	27	-	-	27	80	-	-	87	13	40	-
Е.к.	2	-	7	-	-	13,3	40	-	-	47	13,3	-	-
	4	-	-	-	-	-	33	-	-	33	-	13,3	-
	9	13,3	7	-	-	50	20	-	-	47	3	13,3	-
	13	-	-	-	-	7	3	-	-	7	27	20	-
	17	-	13,3	-	-	-	7	-	-	7	-	-	-
	22	-	5	-	-	7,5	55	-	-	55	10	12,5	-
	33	-	-	-	-	15	-	-	-	15	15	-	-
	35	5	-	-	5	30	5	-	25	45	30	-	-
Е.лп.	1	12	20	-	-	60	67	-	-	87	40	40	-
	7	-	-	-	-	30	13,3	-	-	30	10	-	-
	16	-	-	-	-	-	2,5	-	-	2,5	15	2,5	-
	19	-	-	-	-	15	15	-	-	30	45	5	-
	20	-	-	-	-	45	50	5	-	75	5	15	-
	21	-	-	-	-	2,5	15	-	-	15	12,5	20	-
	25	-	25	-	-	2,5	20	-	-	22,5	2,5	5	-
	32	-	5	-	-	5	15	-	-	15	35	5	-
	34	-	-	-	-	30	20	-	5	45	10	5	-

Встречаемость нежизнеспособного подроста ели не превышает 30 % (групповой), а пихты – 20 % (групповой). Встречаемость самосева невысокая, как ели, так и пихты, не превышает 13,3 % (групповой).

В насаждениях ельника липнякового встречаемость подроста ели варьирует от 2,5 % (групповой) до 87 % (равномерный). В большинстве случаев встречаемость подроста пихты выше, чем подроста ели. Встречаемость нежизнеспособного подроста ели может достигать 45 % (неравномерный), а пихты – 40 % (неравномерный).

Таким образом, 48 % еловых насаждений, в том числе, часть здоровых, характеризуется групповым размещением подроста. С улучшением условий местопроизрастания увеличивается количество лесных участков с групповым размещением подроста: в условиях ельника зеленомошного 30 % лесных участков с групповым размещением подроста, в условиях ельника кисличного – 50 %, в условиях ельника липнякового – 67 %. В условиях ельника зеленомошного 40 % насаждений характеризуется равномерным размещением подроста. Неравномерное размещение нежизнеспособного подроста характерно только для насаждений липнякового типа леса. В остальных типах леса нежизнеспособный подрост встречается группами.

Корреляция между средневзвешенной категорией санитарного состояния, между количеством усохших деревьев ели и количеством жизнеспособного и нежизнеспособного подроста отсутствует.

6.1.2. Естественное лесовосстановление на свежих вырубках

Многолетние исследования В.В. Сарнацкого (2016) в условиях Белоруссии показали, что в большинстве случаев в первые 10-15 лет и более после санитарных рубок формируются мелколиственные насаждения с участием ели во втором ярусе. В последующие годы после смыкания древесного полога формирование ельников существенно не отличается от традиционной технологии их выращивания.

На исследованных свежих вырубках, где проведены сплошные санитарные рубки (ССР), присутствует подрост хвойных пород (табл. 6.4). Большинство рубок характеризуется редким по густоте подростом (рис. 6.4). Только на вырубке в ельнике травяном подрост имеет среднюю густоту.

На всех вырубках, пройденных сплошными санитарными рубками, присутствует значительное количество нежизнеспособного подроста.

Таблица 6.4. – Общая характеристика подроста на ПП после проведения рубок

Тип леса	№ ПП	Год и вид рубки	Год закладки	Состав по породам	Самосев, шт/га	Густота подроста, шт/га		Оценка густоты	Подрост в пересчете на крупный, шт/га	Требуемый способ лесовосстановления
						Ж	Н			
Усохшие насаждения										
Ельник зеленомошный (Е.зм.)	1	ССР 2017	2018	9Е	-	1563	1313	Редкий	1138	Естеств. (минер. почвы) или комбин.
				1П	-	187	187		162	
Ельник травяной (Е.тр.)	2	ССР 2019	2019	7Е	-	2583	417	Средней густоты	1759	Естеств. (сохр. подр.)
				2П	-	833	333		766	
				1Б	-	500	-		416	
Ельник кисличный (Е.к.)	3	ССР 2018	2018	3Е	-	62	62	Редкий	31	Искусств.
				7П	-	125	250		81	
	4	ССР 2018	2018	Е	-	-	250	Редкий	-	Искусств.
				10П	-	333	1000		316	
Контроль										
Ельник кисличный (Е.к.)	5	СР 2019	2019	3Е	-	167	-	Редкий	167	Искусств.
				7Ос	3833	333	-		217	

Примечание: Ж – жизнеспособный; Н – нежизнеспособный.

На ПП 4 густота нежизнеспособного подроста почти в 4 раза превышает густоту жизнеспособного подроста, при этом жизнеспособный подрост ели отсутствует. На ПП 2 в ельнике травяном встречается подрост березы, однако количество жизнеспособного подроста ели в 5 раз больше, чем березы. Самосев на свежих вырубках, пройденных ССР, отсутствует. Следует отметить, что на вырубке, где проведена сплошнолесосечная рубка спелых и перестойных насаждений (СР) (ПП 5), присутствует значительное количество самосева осины, при этом подрост ели имеет редкую густоту (167 шт/га). Таким образом, насаждение, пройденное сплошнолесосечной рубкой спелых и перестойных насаждений, начинает зарастать мелколиственной породой, то есть наблюдается смена пород.

Большинство рубок нуждается в искусственном лесовосстановлении, в том числе рубка, пройденная сплошнолесосечной рубкой спелых и перестойных насаждений. Только рубка в ельнике травяном способна восстановиться за счет подроста предварительной генерации.

На вырубках усохших насаждений преобладает мелкий и средний по высоте подрост хвойных пород (табл. 6.5).

Таблица 6.5. – Количество и возраст подроста по группам высот

Тип леса	№ ПП	Порода	Мелкий				Средний				Крупный			
			Количество, шт/га		Средний возраст, лет		Количество, шт/га		Средний возраст, лет		Количество, шт/га		Средний возраст, лет	
			Ж	Н	Ж	Н	Ж	Н	Ж	Н	Ж	Н	Ж	Н
Усохшие насаждения														
Е.зм.	1	Е	500	375	4	5	875	750	8	9	188	188	14	14
		П	-	-	-	-	125	125	6	6	62	62	13	13
Е.тр.	2	Е	1250	83	6	5	1417	250	9	10	-	-	-	-
		П	167	-	5	-	333	167	7	7	417	83	18	19
		Б	167	-	6	-	-	-	-	-	333	-	10	-
Е.к.	3	Е	62	62	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-
		П	62	187	6	6	63	63	6	6	-	-	-	-
	4	Е	-	125	-	7	-	-	-	-	-	125	-	-
		П	-	-	-	-	83	417	9	10	250	583	14	15
Контроль														
Е.к.	5	Е	-	-	-	-	-	-	-	-	167	-	33	-
		Ос	167	-	3	-	167	-	5	-	-	-	-	-

Примечание: Ж – жизнеспособный; Н – нежизнеспособный.

Однако на вырубке здорового насаждения встречается только крупный подрост ели. При этом крупный подрост осины отсутствует, встречается только мелкий и средний подрост осины.

Во всех группах высот средний возраст жизнеспособного и нежизнеспособного подроста значительно не отличается.

Свежие рубки с равномерной встречаемостью подроста отсутствуют (табл. 6.6). Неравномерной встречаемостью характеризуется подрост на вырубке усохшего насаждения ельника травяного. На вырубке здорового насаждения неравномерной встречаемостью характеризуется самосев осины. В остальных случаях подрост на рубках встречается группами. Также группами встречается нежизнеспособный подрост ели и пихты.

Таблица 6.6. – Встречаемость самосева, жизнеспособного и нежизнеспособного подроста на вырубках по породам, %

Тип леса	№ ПП	Встречаемость												
		Самосев				Подрост					Нежизнеспособный подрост			
		Е	П	Б	Ос	Е	П	Б	Ос	Итого	Е	П	Б	Ос
Усохшие насаждения														
Е.зм.	1	-	-	-	-	25	7,5	-	-	30	20	7,5	-	-
Е.тр.	2	-	-	-	-	40	13	20	-	47	20	13	-	-
Е.к.	3	-	-	-	-	2,5	5	-	-	5	2,5	10	-	-
	4	-	-	-	-	-	13	-	-	13	13	20	-	-
Контроль														
Е.к.	5	-	-	-	47	7	-	-	13	20	-	-	-	-

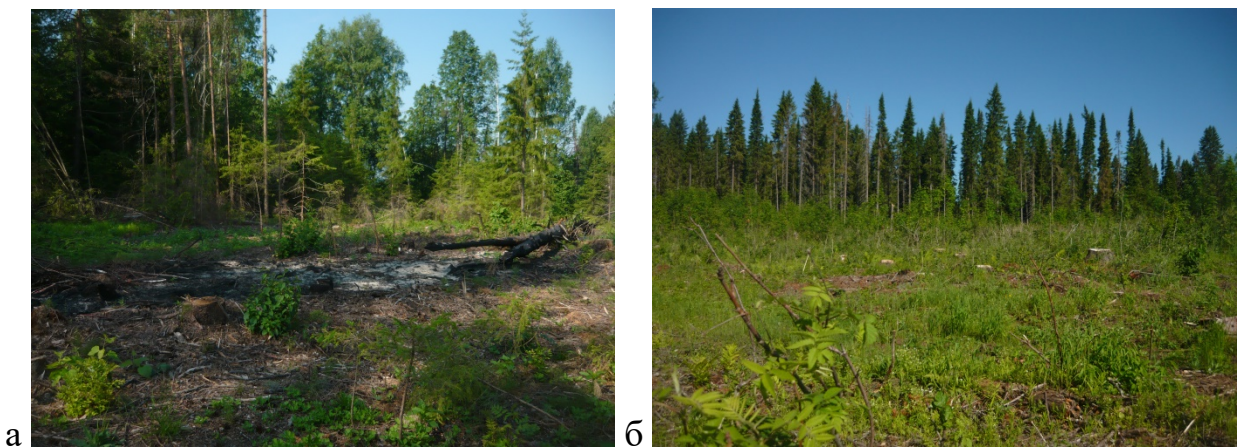


Рисунок 6.4. – Подрост на вырубках: а) ПП 1; б) ПП 3

6.2. Эффективность санитарных рубок

К санитарно-оздоровительным мероприятиям относятся рубка погибших и поврежденных лесных насаждений, уборка неликвидной древесины, а также аварийных деревьев. Рубка погибших и поврежденных лесных насаждений проводится в форме сплошной (для погибших и поврежденных насаждений) и выборочной (для поврежденных насаждений) санитарной рубки (Об утверждении Правил..., 2016).

Выборочная санитарная рубка (ВСР) проводится с целью оздоровления насаждений, частично утративших устойчивость, восстановления их целевых функций, локализации и (или) ликвидации очагов стволовых вредителей и инфекционных заболеваний. При этом вырубается сухостойные, усыхающие,

пораженные болезнями, заселенные вредителями, а также другие поврежденные деревья. ВСП назначается в случае, если полнота древостоя после проведения мероприятия не опустится ниже предельной величины, при которой обеспечивается способность древостоев выполнять функции, соответствующие их категориям защитности или целевому назначению (Об утверждении..., 2015). Предельные значения полноты, до которых назначаются ВСП, зависят не только от целевого назначения лесов, но и от преобладающей породы и вида лесопользования (Об утверждении Правил..., 2016). Например, для елово-пихтовых эксплуатационных лесов, предназначенных для заготовки древесины, минимальная допустимая величина полноты составляет 0,5.

Сплошная санитарная рубка (ССР) – рубка, при которой вырубается весь древостой на площади 0,1 га и более. Назначается в насаждениях, в которых после проведения мероприятия полнота становится ниже предельной величины, обеспечивающей способность древостоев выполнять свои функции, соответствующие категориям защитных лесов или целевому назначению (Об утверждении..., 2015).

По мнению В.В. Сарнацкого (2009), при массовом усыхании ели в условиях Белоруссии выборочные санитарные рубки эффективны в случае, когда их проводят в одном лесном выделе несколько лет подряд или с небольшими перерывами 1-2 года. Исследования автора показали, что после проведения выборочной санитарной рубки процесс усыхания ели продолжает развиваться.

В Брянской области выборочные санитарные рубки проводились на фазе роста численности ксилофага (2010 г.), на фазе кульминации численности типографа (2011 г.) и на фазе депрессии (2012 г.). Во всех случаях отмирание деревьев ели после проведения мероприятия продолжилось. Установлено, что ВСП не способствуют сохранению устойчивости чистых еловых насаждений, а также низкополотных ельников. Наиболее эффективны выборочные санитарные рубки, проведенные в высокополотных ельниках (Клюев, 2013).

Сплошные санитарные рубки также неэффективны. В Брянской области в 2011-2012 гг. 34 % ельников, примыкающих к сплошным вырубкам, были поражены короедом-типографом на 100 % (Клюев, 2013).

В зоне хвойно-широколиственных лесов Пермского края 149 лесных участков в период с 2011 по 2019 годы неоднократно подвергались санитарным рубкам (приложение 8). В 43 случаях после ВСР проводились ССР с интервалом в 1-7 лет. На 74 лесных участках проводились исключительно сплошные санитарные рубки с интервалом в 1-4 года, при этом участки вырубались частями. На 16 участках проводились только ВСР с интервалом в 1-7 лет. В 10 случаях сначала проводились ССР, а затем, после 1-4 лет, на оставшейся не вырубленной части выдела, проводились ВСР. Трижды сначала проводились ВСР, затем несколько раз – ССР, вырубая выдел частями.

В таблице 6.7 представлены сведения о санитарных рубках, проводившихся в насаждениях, в которых закладывались ПП.

Таблица 6.7. – Последующее усыхание деревьев ели на ПП после проведения санитарных рубок

№ ПП	Год закладки	Доля запаса усыхающих и усохших деревьев ели на момент закладки ПП, %	Вид проведенной санитарной рубки	Год проведения рубки	Доля площади, пройденная рубкой, %
23	2018	25,4	ССР (часть)	2014	8,7
24	2018	30,2	ССР (часть)	2014	7,5
26	2018	11,8	ССР (часть)	2012	1,0
			ССР (часть)	2013	1,2
			ВСР	2014	100
27	2018	40,2	ССР (часть)	2012	1,2
			ВСР	2015	100
8	2017	46,0	ССР (часть)	2013	5,3
			ВСР (часть)	2014	93,2
9	2017	57,8	ССР (часть)	2013	53,2
10	2017	45,8	ССР (часть)	2013	85,7
14	2017	42,2	ВСР	2009	100
			ССР (часть)	2014	7,4
1	2017	65,8	ВСР (часть)	2005	32,4
			ВСР (часть)	2006	25,9
			ВСР (часть)	2007	15,1
2	2017	29,3	ССР (часть)	2014	20,7

Материалы таблицы свидетельствуют, что после проведения ВСР на ПП процесс усыхания ели продолжился. На ПП 1 ВСР проводились ежегодно в период с 2005 по 2007. При этом через 10 лет после проведения последнего приёма доля сухостоя составила 65,8 %!

ССР также не приводят к положительному результату. На ПП 23 и ПП 24 через 4 года после вырубki части выдела доля сухостоя составила 25,4 и 30,2 % соответственно. На ПП 2 после вырубki в 2014 г. части выдела в связи с массовым отмиранием ели усыхание на оставшейся примыкающей части лесного участка продолжилось, при этом в 2017 г. доля сухостоя составила 29,3 % (рис. 6.5).

На ПП 26 в 2012 и 2013 гг. в результате ССР вырублена небольшая часть выдела. В 2014 г. в границах всего насаждения проведена ВСР. В итоге в 2018 г. доля сухостоя ели составила 11,8 %. На ПП 27 в 2012 г. вырублена незначительная доля насаждения. Через 3 года лесной выдел пройден выборочной санитарной рубкой целиком. В результате в 2018 г. доля усохших деревьев ели составила 40,2 %.

В границах лесных выделов, в которых закладывались ПП №№ 8, 9, 10, в 2013 г. в результате усыхания части участков, проведены ССР. Кроме того, на ПП 8 через год проведена ВСР. На сохранившихся частях лесных выделов усыхание ели продолжилось. Через 3-4 года доля сухостоя на указанных ПП составила 46, 57,8 и 45,8 % соответственно.

Следует отметить, что ПП 17 заложена в 2018 г. рядом с вырубкой этого же года (рис. 6.6). На месте вырубki в 2017 году закладывалась ПП 8. В процессе исследований обнаружено, что летом 2018 г. началось усыхание деревьев, примыкающих к вырубке (рис. 6.7).

На ПП 14 в 2009 году проведена ВСР. Через 5 лет в результате сплошной санитарной рубки вырублена часть выдела. При этом доля сухостоя в 2017 г. составляла 42,2 %.



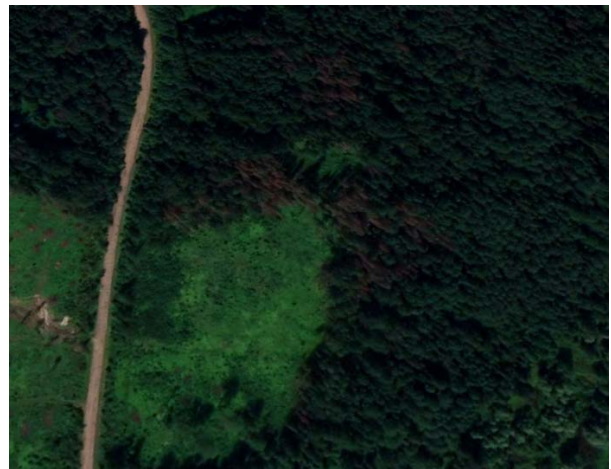
Дата съемки 20.05.2010



Дата съемки 04.05.2013



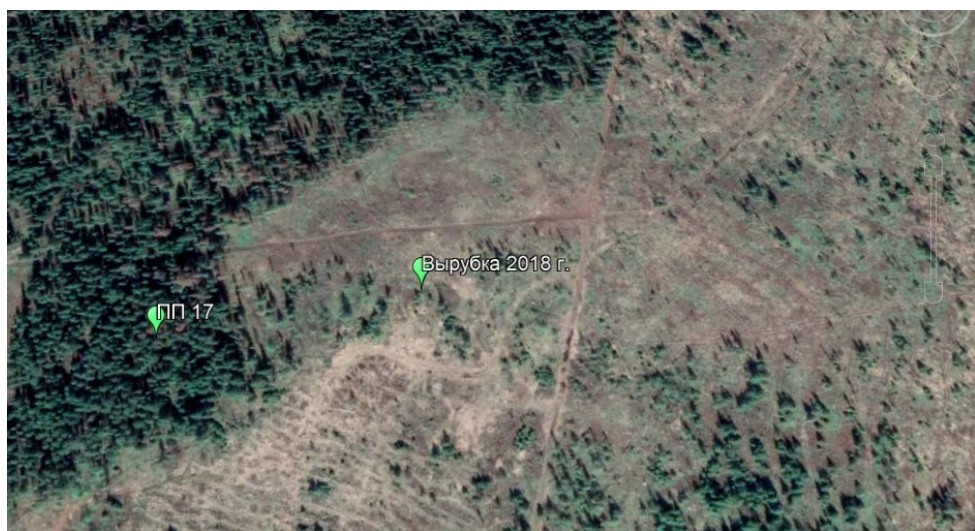
Дата съемки 10.06.2017



Дата съемки 30.07.2017

М 1:3 000

Рисунок 6.5. – Разновременные снимки ПП 2



М 1:3 000

Рисунок 6.6. – Снимок ПП 17. Июль 2019 г.



Рисунок 6.7. – Примыкающие к вырубке усыхающие деревья ели на ПП 17

Таким образом, указанное свидетельствует, что санитарные рубки не эффективны и не приводят к положительному результату. После проведения ВСР продолжают усыхать сохранившиеся деревья. А в результате проведения ССР начинают отмирать деревья ели, примыкающие к вырубке.

Выводы

1. В очагах усыхания, в том числе с примесью лиственных пород, присутствует подрост хвойных пород. Обеспеченность подростом предварительной генерации значительно лучше в условиях ельника зеленомошного. С увеличением высоты и возраста густота жизнеспособного подроста уменьшается, а густота нежизнеспособного – увеличивается. С улучшением условий местопроизрастания возрастает количество лесных участков с групповым размещением подроста.

2. В усохших насаждениях, пройденных сплошными санитарными рубками, присутствует подрост хвойных пород, в большинстве случаев редкий. При этом присутствует значительная доля нежизнеспособного подроста. Самосев

отсутствует. Насаждение, пройденное сплошнолесосечной рубкой спелых и перестойных насаждений, начинает зарастать осиной, то есть наблюдается смена пород. Подрост на большинстве вырубок встречается группами, и вырубки нуждаются в искусственном лесовосстановлении.

3. Проводимые в условиях Пермского края с целью оздоровления насаждений санитарные рубки не эффективны. После ВСП продолжает усыхать сохранившаяся часть деревьев, а после ССП начинают отмирать деревья ели, примыкающие к вырубке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненных исследований свидетельствуют о неудовлетворительном санитарном состоянии ельников района исследований и об их усыхании. Усыхание еловых лесов в отличие от прошлых лет из периодически повторяющегося превращается в «перманентное».

На устойчивость еловых насаждений к усыханию оказывает влияние комплекс факторов: тип лесорастительных условий и тип леса, возраст, размер деревьев, встречаемость деревьев ели с наличием серки, состав и полнота древостоев.

Устойчивость еловых древостоев к усыханию выше в насаждениях с более благоприятными лесорастительными условиями. Наиболее подвержены усыханию древостои 3-5 классов возраста. В разновозрастных древостоях в большинстве случаев наименее устойчивым к усыханию является старшее поколение ели. По размеру деревьев процесс усыхания ели происходит в три стадии. На первом этапе усыханию подвержены деревья всех диаметров. На второй стадии усыхают наиболее крупные деревья в древостое. На третьей стадии в отпад переходит оставшаяся часть древостоя. В насаждениях без массового сухостоя ели встречаемость деревьев с наличием еловой серки значительно выше, чем в очагах усыхания.

Наиболее устойчивы к усыханию высокополнотные смешанные еловые древостои с участием лиственных пород не менее 20 %. В условиях ельников кисличного и зеленомошного усыхание ели не зафиксировано в насаждениях с долей участия березы 60 % и выше в составе древостоев. Пониженной устойчивостью к усыханию характеризуются насаждения с участием сосны 20 % и более в составе древостоев. В смешанных насаждениях ельника липнякового с примесью лиственных пород полная гибель древостоев наблюдается при относительной полноте 0,4 и ниже. Чистые и условно чистые еловые древостои, которые формируются в насаждениях зеленомошного и кисличного типов леса, погибают при полнотах 0,6-0,7. В смешанных насаждениях сосняка

зеленомошного с примесью ели в составе древостоев до 3 единиц полная гибель деревьев ели наблюдается при относительной полноте древостоев 0,7 и выше.

Усилению процесса усыхания ели способствуют следующие факторы: заселение ксилофагом короедом-типографом, язвенный рак, заболевание, вызываемое корневой губкой.

Короед-типограф, являясь деструктором отпада, значительно ускоряет процесс гибели средних и крупных по диаметру угнетенных деревьев ели. Язвенный рак ослабляет состояние дерева, снижает его защитные функции к воздействию иных неблагоприятных факторов.

Поскольку корневая гниль значительно ослабляет состояние дерева и его способность сопротивляться другим неблагоприятным факторам, заражение корневой губкой способствует усыханию деревьев ели. Корневая губка может быть фактором, первично ослабляющим деревья ели. При этом следует отметить, что в насаждениях с отсутствием процесса массового усыхания ели зафиксировано значительное количество пораженных корневой губкой деревьев ели (55 %), а также обнаружены усохшие деревья с отсутствием гнили в очагах усыхания.

Не установлено влияние следующих факторов: фитотоксичность почв, заболевание, вызываемое опенком осенним, колебания климата в последние десятилетия. Дендрохронологическими исследованиями исключено влияние долгодействующих факторов: климата, хронического воздействия воздушных поллютантов низкой концентрации.

Исключение долгодействующих факторов позволяет заключить, что губительный фактор является коротким по продолжительности действия. Быстродействующими факторами являются воздействие поллютантов высокой концентрации и дефолиация, вызванная насекомыми. Усыхание ели наблюдается не только вблизи крупных городов с наличием заводов, но и на территории всей зоны хвойно-широколиственных лесов Пермского края, в том числе далеко от населенных пунктов. При визуальном осмотре не обнаружено наличие

хвоегрызущих вредителей. Возможным быстродействующим фактором, приводящим к усыханию, является воздействие патогена: гриба или бактерии.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Усыхание ели после проведения санитарно-оздоровительных мероприятий (санитарные рубки) свидетельствует об их неэффективности. Процесс массового усыхания ельников необходимо предотвращать заранее практическими мерами. С этой целью предлагаются следующие мероприятия, позволяющие повысить устойчивость ельников к усыханию:

1. При проведении выборочных санитарных рубок и рубок ухода в разновозрастных ельниках с целью минимизации ущерба в первую очередь следует назначать в рубку деревья ели старшего возрастного поколения.

2. Рубки ухода должны быть направлены на формирование к 50 годам смешанных еловых древостоев с примесью лиственных пород. Наиболее устойчивы к усыханию ельники зеленомошные и кисличные с составом древостоев 5Е4Б1С или 6Е3Ос1С.

3. Не выращивать ель в лесорастительных условиях A_0-A_5 и B_2 , характеризующихся низкой трофностью почв.

4. В зоне усыхания ели для чистых и условно чистых еловых древостоев зеленомошного и кисличного типов леса рекомендуется снижать относительную полноту при проведении ВСП до 0,5. В смешанных насаждениях ельника липнякового с примесью лиственных пород оптимальная относительная полнота древостоев не должна опускаться ниже 0,7. В сосняках с участием ели допускается относительная полнота древостоев 0,6.

5. При назначении деревьев в рубку при проведении рубок ухода и выборочных санитарных рубок оставлять на выращивание деревья ели, на которых имеются смолоподтеки, образовавшиеся при попытке внедрения стволовых вредителей.

6. При назначении выборочной санитарной рубки на первом этапе усыхания ели следует удалять деревья 4 категории санитарного состояния с изреженной, светло-зеленой кроной, имеющие диаметр выше среднего по древостою.

7. В очагах усыхания ели рекомендовано уменьшение возраста рубки до 61 года.

8. В зонах усыхания максимально сократить промежуток времени между обнаружением очага и проведением санитарной рубки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абражко, В.И. Особенности водного режима древостоев ели в засушливые периоды / В.И. Абражко // Проблемы физиологии и биохимии древесных растений. – Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1974. – Вып. 3. Водный режим. Минеральное питание. – С. 5-6.

Абражко, В.И. Водный режим растений еловых лесов в засуху / В.И. Абражко, М.А. Абражко // Ботанич. журн. – 1993. – Т. 78. – № 10. – С. 32-44.

Авдеев, Ю.М. Методические аспекты оценки фауности лесных экосистем / Ю.М. Авдеев // Efektivní nástroje moderních věd – 2014: Materiály X mezinárodní vědecko - praktická konference. – Praha: Publishing House «Education and Science», 2014. – Díl 25. Ekologie.Zeměpis a geologie. – С. 32-38.

Авдеев, Ю.М. Экологическое состояние зеленых насаждений / Ю.М. Авдеев, А.Е. Костин, Д.В. Титов, Ю.П. Попов // Вестник Красноярского ГАУ. – 2017. – № 7. – С. 114-118.

Аверкиев, И.С. Атлас вреднейших насекомых леса. – М.: «Лесн. пром-сть», 1984. – 72 с.

Агафонова, Г.В. Дипломное проектирование: учебное пособие / Г.В. Агафонова, Л.И. Аткина, С.В. Залесов, В.А. Калинин и др. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. – 216 с.

Агроклиматический справочник по Пермской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 258 с.

Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 552 с.

Атлас Пермского края / Под общей редакцией А.М. Тартаковского. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2012. – 124 с.

Атрохин, В.Г. Рубки ухода и промежуточное лесопользование / В.Г. Атрохин, И.К. Иевинь. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.

Бабурин, А.А. Усыхание ельников в Большехехцирском заповеднике / А.А. Бабурин, А.Б. Мельникова // Леса и лесное хозяйство в современных условиях: Матер. Всерос. конф. с междунар. участием. – Хабаровск: Изд-во ФГУ «ДальНИИЛХ», 2011. – С. 217-219.

Багинский, В.Ф. Лесопользование в Беларуси: история, современное состояние, проблемы и перспективы / В.Ф. Багинский, Л.Д. Есимчик. – Минск: Беларуская навука, 1996. – 367 с.

Багинский, В.Ф. Таксация леса: учеб. пособие / В.Ф. Багинский. – Гомель: ГГУ им. Ф.Скорины, 2013. – 416 с.

Багинский, В.Ф. Биометрия в лесном хозяйстве: учебник / В.Ф. Багинский, О.В. Лапицкая. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – 276 с.

Бараненкова, А.А. Почвенные факторы устойчивости еловых насаждений северо-восточного Подмосквья / А.А. Бараненкова, О.В. Мартыненко, В.Н. Карминов, Д.Г. Щепашенко, П.В. Онтиков, В.С. Морозова, Е.Н. Крылова // Теоретические и прикладные аспекты лесного почвоведения: Сб. матер. VII Всерос. науч. конф. по лесному почвоведению с междунар. участием. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2017. – С. 101-104.

Битюков, Н.А. Мониторинг атмосферных осадков в буковых лесах Черноморского побережья Кавказа / Н.А. Битюков, Л.М. Шагаров // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2013. – № 1. – С. 67-71.

Блинцов, А.И. Оценка эффективности некоторых инсектицидов в борьбе с короедом-типографом. / А.И. Блинцов, В.Н. Кухта // Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие. – Минск: БГТУ, 2002. – Ч. 2. – С. 131-133.

Блинцов, А.И. Роль стволовых вредителей в усыхании ельников / А.И. Блинцов // Изучить причины усыхания ели в лесах Беларуси и разработать комплекс научно-обоснованных мероприятий по снижению потерь деловой древесины и повышению устойчивости ельников: отчет о НИР (заключит.) / Белорусский гос. технологич. ун-т: Рук. Н.И. Федоров. № ГР 1995999. – Минск: БГТУ, 1998. – С. 136-154.

Богатырев, К.П. Почвы и причины усыхания ельников на Майхэ-Даубихинском плато / К.П. Богатырев // Тр. Дальневост. фил. АН СССР. Сер. ботан. – 1956. – Т. 3 (5). – С. 105-117.

Бунькова, Н.П. Основы фитомониторинга: учеб. пособие / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 89 с.

Бунькова, Н.П. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках г. Екатеринбурга / Н.П. Бунькова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 124 с.

Ваганов, Е.А. Дендрохронология / Е.А. Ваганов, В.Б. Круглов, В.Г. Васильев. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2008. – 120 с.

Вакин, А.Т. Альбом пороков древесины / А.Т. Вакин, О.И. Полубояринов, В.А. Соловьев. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 164 с.

Васильев, А.В. Экологический мониторинг токсического загрязнения почвы нефтепродуктами с использованием методов биотестирования / А.В. Васильев, В.В. Заболотских, О.В. Тупицына, А.М. Штеренберг // Нефтегазовое дело. – 2012. – № 4. – С. 242-250.

Вишнякова, Т.Н. Изменение физико-механических свойств древесины ели при язвенном раке / Т.Н. Вишнякова, Н.Т. Осташев, Э.И. Слепян, В.И. Щедрова, Л.А. Емельянова // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение: Межвуз. сб. научн. тр. – 1977 г. – Вып. VI. – С. 41-44.

Власов, Р.В. Интернет-ресурсы – современный источник знаний о короедах (Coleoptera, Scolytidae) / Р.В. Власов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2010. – Вып. 192. – С. 53-58.

Власов, Р.В. Современные взгляды на роль короедов в лесных экосистемах / Р.В. Власов, Т.А. Семакова // Лесное хозяйство. – 2012. – № 4. – С. 45-46.

Власов, Р.В. Современное состояние исследований короедов в России и за рубежом / Р.В. Власов, И.А. Давыдова, М.Ю. Мандельштам // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2009. – Вып. 187. – С. 70-79.

Вологжанина, Т.В. Серые лесные почвы зоны широколиственных лесов Русской равнины / Т.В. Вологжанина. – Пермь: ПГСХА, 2005. – 454 с.

Воронцов, А.И. Патология леса / А.И. Воронцов. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 270 с.

Воронцов, А.И. Технология защиты леса / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолевская, Э.С. Соколова. – М.: Экология, 1991. – 304 с.

Высоцкий, А.А. Устойчивость сосны обыкновенной к корневой губке в связи со смолопродуктивностью деревьев и содержанием основных монотерпенов в живице / А.А. Высоцкий, П.М. Евлаков // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2014. – № 4. – С. 5-21.

Говоренков, Б.Ф. К вопросу о почвенных условиях усыхающих ельников Хабаровского края / Б.Ф. Говоренков // Сб. тр. ДальНИИЛХ. – 1966. – Вып. 8. – С. 134-143.

Гримальский, В.И. Создание сосновых насаждений, устойчивых к вредителям и болезням / В.И. Гримальский // Лесное хозяйство. – 1980. – № 11. – С. 51-52.

Гусев, И.И. Продуктивность ельников Севера / И.И. Гусев. – Л.: Ленинградский государственный университет, 1978. – 232 с.

Данчева, А.В. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника / А.В. Данчева, С.В. Залесов, Б.М. Муканов. – Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2014. – 195 с.

Добровольский, А.А. Учет естественного отпада древесных пород в парке ГМЗ «Ораниенбаум» / А.А. Добровольский, В.Ю. Нешатаев // Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка: Сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – СПб.: СПбГЛТА, 2007. – С. 21-25.

Дорожкин, Н.А. Распространение и вредоносность язвенного рака в еловых фитоценозах / Н.А. Дорожкин, А.С. Самцов, В.Н. Федоров // Доклады АН БССР. – 1979. – Т. 23. – № 9. – С. 846-848.

Ермаков, А.Л. Породный состав естественного возобновления в очагах усыхания ели от короёда-типографа в Московской области / А.Л. Ермаков, А.А. Маслов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14. – № 1 (5). – С. 1236-1238.

Залесов, С.В. Основные факторы пораженности сосны корневыми и стволовыми гнилями в городских лесопарках / С.В. Залесов, Е.В. Колтунов, Р.Н. Лаишевцев // Защита и карантин растений. – 2008. – № 2. – С. 56-58.

Залесов, С.В. Ценопопуляции лесных и луговых видов растений в антропогенно нарушенных ассоциациях Нижегородского Поволжья и Повелужья / С.В. Залесов, Е.В. Невидомова, А.М. Невидомов, Н.В. Соболев. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 204 с.

Залесов, С.В. Опыт рубок обновления в одновозрастных рекреационных сосняках подзоны северной лесостепи / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.В. Данчева, Ю.В. Федоров // ИВУЗ «Лесной журнал». – 2014. – № 6. – С. 20-31.

Залесов, С.В. Рекомендации по проведению выборочных рубок в производных березняках Пермского края / С.В. Залесов, А.С. Попов, Л.А. Белов, Е.С. Залесова, Н.В. Залесов, А.С. Оплетаев. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 41 с.

Замолодчиков, Д.Г. Влияние изменений климата на леса России: зафиксированные воздействия и прогнозные оценки / Д.Г. Замолодчиков, Г.Н. Краев // Устойчивое лесопользование. – 2016. – № 4 (48). – С. 23-31.

Зинченко, М.К. Биологические особенности серой лесной почвы Владимирского ополья при различных агротехнических приемах: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.03 / Зинченко Мария Казимировна. – М., 2011. – 22 с.

Зинченко, М.К. Биологическая токсичность серой лесной почвы в зависимости от систем удобрений / М.К. Зинченко, О.В. Селицкая // Агрехимический вестник. – 2011. – № 5. – С. 38-40.

Зинченко, О.В. Динамика санитарного состояния деревьев сосны в насаждениях, ослабленных разными факторами / О.В. Зинченко // Научные

ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2013. – № 10 (153). – Вып. 23. – С. 13-20.

Злобин, Ю.А. Оценка качества подроста древесных растений / Ю.А. Злобин // Лесоведение. – 1970. – № 3. – С. 96-102.

Золина, О.Г. Изменение длительности синоптических дождевых периодов в Европе с 1950 по 2008 годы и их связь с экстремальными осадками / О.Г. Золина // Доклады академии наук. – 2011. – Том 436. – № 5. – С. 690-695.

Золотарев, С.А. Леса и почвы Дальнего Востока / С.А. Золотарев. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 168 с.

Зудилин, В.А. Язвенный рак стволов ели в учебно-опытном лесхозе БГИТА и его вредоносность / А.В. Зудилин // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2008. – № 21-1. – С. 100-101.

Ижевский, С.С. Иллюстрированный справочник жуков-ксилофагов – вредителей леса и лесоматериалов Российской Федерации / С.С. Ижевский, Н.Б. Никитский, О.Г. Волков, М.М. Долгин. – Тула: Гриф и К, 2005. – 220 с.

Иванов, Л.А. Биологические основы добывания терпентина в СССР / Л.А. Иванов. – М.: ГОСЛЕСБУМИЗДАТ, 1961. – 290 с.

Иванчина, Л.А. Усыхание еловых древостоев на юге Пермского края [Электронный ресурс] / Л.А. Иванчина // Аграрное образование и наука: электронный журнал. – 2016. – № 3. – Режим доступа: <http://aon.Urgau.ru/ru/issues/17/articles/304> (дата обращения 01.03.2017).

Иванчина, Л.А. Влияние доли участия ели в составе древостоев ельника зеленомошного на их устойчивость / Л.А. Иванчина // Леса России и хозяйство в них. – 2017. – № 1 (60). – С. 18-25.

Иванчина, Л.А. Примесь сосны в составе древостоев насаждений ельника зеленомошного как индикатор их устойчивости / Л.А. Иванчина, В.Н. Залесов // Вестник Башкирского ГАУ. – 2017. – № 4 (44). – С. 106-110.

Иванчина, Л.А. Влияние примеси лиственных пород в составе древостоев ельника зеленомошного на их устойчивость / Л.А. Иванчина, С.В. Залесов // Успехи современного естествознания. – 2017а. – № 6. – С. 61-66.

Иванчина, Л.А. Влияние типа леса на устойчивость еловых древостоев Прикамья / Л.А. Иванчина, С.В. Залесов // Пермский аграрный вестник. – 2017б. – № 1 (17). – С. 38-43.

Иванчина, Л.А. Влияние условий местопроизрастания на усыхание еловых древостоев / Л.А. Иванчина, С.В. Залесов // Известия Оренбургского ГАУ. – 2017в. – № 2 (64). – С. 56-60.

Изменение климата Беларуси и их последствия / В.Ф. Логинов и др.; под общ. Ред. В.Ф. Логинова. – Минск: ОДО «Тонпик», 2003. – 330 с.

Ильинский, А.И. Определитель вредителей леса / А.И. Ильинский. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 392 с.

Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно ценных пород при разработке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубок с проведенными мероприятиями по восстановлению леса: утверждена Приказом Гослесхоза СССР от 8 декабря 1983 г. № 147. – 17 с.

Калиниченко, Е.П. Изменение направленности физиологии водообмена и засухоустойчивости хвойных пород в условиях различного влагоснабжения почвы / Е.П. Калиниченко // Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока: Тез. докл. Всесоюз. конф. – Хабаровск, 1972. – С. 145-148.

Калиниченко, Е.П. Морозное пучение почвы как экологический фактор в лесах из ели аянской / Е.П. Калиниченко, А.П. Москаев // Экология. – 1975. – № 2. – С. 28-36.

Катаев, О.А. Экология стволовых вредителей: очаги, их развитие, обоснование мер борьбы / О.А. Катаев, Е.Г. Мозолевская. – Л.: ЛТА, 1981. – 87 с.

Клишина, Л.И. Особенности развития популяции короеда-типографа в пригородных еловых насаждениях г. Нижнего Новгорода. / Л.И. Клишина, А.В. Кузнецов // Актуальные проблемы лесного хозяйства Нижегородского Поволжья и пути их решения: Сб. науч. статей. – Нижний Новгород: Нижег. гос. с.-х. акад., 2005. – С. 89-97.

Клюев, В.С. Факторы дестабилизации еловых насаждений / В.С. Клюев // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2012. – № 31. – С. 132-135.

Клюев, В.С. Ландшафтно-экологическая приуроченность очагов типографа в Брянской области в период кульминации размножения / В.С. Клюев, В.П. Шелуха // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2013. – № 3. – С. 61-66.

Клюев, В.С. Факторы дестабилизации состояния ельников и повышение их устойчивости лесохозяйственными мероприятиями на примере Брянской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Клюев Виктор Сергеевич. – Брянск, 2013. – 21 с.

Ковалёв, Б.И. Состояние заподсоченных сосновых лесов Приангарья / Б.И. Ковалёв // Лесное хозяйство. – 1993. – № 5. – С. 35–38.

Ковалевич, А.И. Массовое усыхание ельников в Республике Беларусь: состояние, проблемы и пути решения / А.И. Ковалевич, В.В. Усеня // Проблемы и перспективы совершенствования лесоводственных мероприятий в защитных лесах: Матер. Междунар. науч.-практич. конф. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2014. – С. 92-96.

Коваль, Э.З. Энторморфильные грибы СССР: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.00 / Коваль Элеонора Захаровна. – Киев, 1984. – 46 с.

Колесников, Б.П. Конспект лесных формаций Приморья и Приамурья: академику В.Н. Сукачеву к 75-летию со дня рождения / Б.П. Колесников. – М.; Л., 1956. – С. 286-305.

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

Коротаев, Н.Я. Почвы Пермской области / Н.Я. Коротаев. – Пермь: Пермское книжное издательство, 1962. – 280 с.

Крылов, А.М. Пространственно-временные закономерности массового усыхания еловых насаждений Московской области / А.М. Крылов. – Ставрополь: Логос, 2018. – 170 с.

Крюков, В.Ю. Перспективы применения энтомопатогенных гифомицетов (Deuteromycota, Нурфомусетес) для регуляции численности насекомых / В.Ю. Крюков, Г.Р. Леднев, И.М. Дубовский, В.В. Серебров, М.В. Левченко, В.П.

Ходырев, А.О. Сагитов, В.В. Глупов // Евразийский энтомологический журнал. – 2007. – № 2. – С. 195-204.

Кузнецов, Н.А. Задвинские ельники / Н.А. Кузнецов // К вопросу о массовом подсыхании и в связи с ним о некоторых изменениях пиловочных дач: Тез. докл. XII Всерос. съезду лесовладельцев и лесохозяев в г. Архангельске. – СПб., 1912. – 40 с.

Кузьмичев, Е.П. Болезни древесных растений: справочник [Болезни и вредители в лесах России. Том 1.] / Е.П. Кузьмичев, Э.С. Соколова, Е.Г. Мозолевская. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 120 с.

Куприянов, Н.В. Леса и лесное хозяйство Нижегородской области / Н.В. Куприянов, С.С. Веретенников, В.В. Шишов. – Н. Новгород: Волго-Вят. кн. изд-во, 1995. – 348 с.

Куренцов, А.И. К вопросу об усыхании аянской ели в горах Сихотэ-Алиня / А.И. Куренцов // Комаровские чтения: Владивосток, 1950. – Вып. 2. – С. 3-19.

Кухта, В.Н. Суточная активность короеда-типографа / В.Н. Кухта // Леса Евразии – Подмосковные вечера. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. – С. 316-318.

Ларинина, Ю.А. Массовое усыхание еловых насаждений и особенности развития короеда-типографа в Могилевском ГПЛХО / Ю.А. Ларинина, А.И. Блинцов, А.А. Сазонов // Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2013. – С. 89-92.

Ларинина, Ю.А. Популяционные показатели короеда-типографа в усыхающих еловых насаждениях Оршанско-Могилевского лесорастительного района / Ю.А. Ларинина, В.Н. Кухта, А.И. Блинцов, А.А. Сазонов // Труды Белорусского государственного технологического университета. – 2012. – № 1. Лесное хозяйство. – С. 242-244.

Леви, К.Г. Малый ледниковый период. Часть 3. Природно-климатические, геоэкологические и социально-экономические аспекты / К.Г. Леви // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Геоархеология. Этнология. Антропология». – 2014. – Т. 10. – С. 2-26.

Леднев, Г.Р. Возбудители микозов насекомых: пособие по диагностике / Г.Р. Леднев, Б.А. Борисов, Г.В. Митина. – СПб.: ООО «Инновационный центр защиты растений» ВИЗР, 2003. – 78 с.

Лесной план Московской области [Электронный ресурс]. В 2 кн. Кн 1. – М.: Федеральное агентство лесного хозяйства, 2010. – 435 с. – Режим доступа: http://klh.mosreg.ru/upload/medialibrary/799/kniga1_lp_mo.pdf. (Дата обращения: 14.11.2019)

Лесной план Пермского края на 2018-2027 годы [Электронный ресурс]. – Пермь: Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края, 2018. – 525 с. – Режим доступа: https://priroda.permkrai.ru/timberraw/les_plan/%D0%9B%D0%B5%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B9%20%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%20%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%8F%20%D0%BD%D0%B0%202018-2027%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B.pdf (Дата обращения: 30.11.2019)

Логинов, В.Ф. Причины и следствия климатических изменений / В.Ф. Логинов. – Минск: Навука і тэхніка, 1992. – 319 с.

Луганская, В.Д. Химический анализ почв: методические указания / В.Д. Луганская, В.Н. Луганский. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 29 с.

Луганский, Н.А. Повышение продуктивности лесов / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.А. Щавровский. – Екатеринбург: Урал. лесотехн. ин-т, 1995. – 297 с.

Луганский, Н.А. Лесоведение / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010а. – 432 с.

Луганский, Н.А. Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения: учеб. пособие / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010б. – 128 с.

Любарский, Л.В. Пути улучшения санитарного состояния лесов Дальнего Востока / Л.В. Любарский // Сб. тр. ДальНИИЛХ. – 1964. – Вып. 6. – С. 40-55.

Любарский, Л.В. К усыханию ельников на Дальнем Востоке / Л.В. Любарский, К.П. Соловьев // Охрана, рациональное использование и

воспроизводство естественных ресурсов Приамурья: Тез. науч. конф. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1967. – С. 55-58.

Любарский, Л.В. Явление усыхания ельников / Л.В. Любарский, К.П. Соловьев // Леса Дальнего Востока. – М.: Лесн. пром-сть, 1969. – С. 127-131.

Лямцев, Н.И. Динамика санитарного состояния еловых лесов Подмоскovie после засухи 2010 г. / Н.И. Лямцев, Е.Г. Малахова // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2013. – № 6. – С. 82-89.

Майорова, Л.А. Некоторые результаты комплексных исследований в усыхающих пихтово-еловых лесах Среднего Сихотэ-Алиня / Л.А. Майорова, Н.Ф. Пшеничникова, Б.Ф. Пшеничников // Локальный мониторинг растительного покрова. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1982. – С. 37-53.

Максимова, В.Ф. Основные факторы среды, влияющие на усыхание пихтово-еловых лесов Дальнего Востока / В.Ф. Максимова, Л.А. Майорова, Б.С. Петропавловский // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2019. – № 1. – С. 61-66.

Максимова, Н.Б. Оценка токсичности и загрязненности почв методом фитоиндикации / Н.Б. Максимова, Г.Г. Морковкин, А. Лаврентьева // Вестник Алтайского ГАУ. – 2003. – № 2. – С. 106-112.

Малахова, Е.Г. Усыхание ельников в Клинском лесничестве Московской области / Е.Г. Малахова, А.М. Крылов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1-8. – С. 1975-1978.

Манько, Ю.И. Динамика усыхания пихтово-еловых лесов в бассейне р. Единка (Приморский край). / Ю.И. Манько, Г.А. Гладкова, Г.Н. Бутовец // Лесоведение. – 2009. – № 1. – С. 3-104.

Манько, Ю.И. Ель аянская / Ю.И. Манько. – Л.: Наука, 1987. – 280 с.

Манько, Ю.И. Классификация лесов в зависимости от их происхождения и влияния экзогенных факторов / Ю.И. Манько // Динамические процессы в лесах Дальнего Востока. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. – С. 3-19.

Манько, Ю.И. Пихтово-еловые леса Северного Сихоте-Алиня. Естественное лесовозобновление, строение, развитие / Ю.И. Манько. – Л.: Наука, 1967. – 245 с.

Манько, Ю.И. Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов / Ю.И. Манько, Г.А. Гладкова. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 228 с.

Марина, Н.В. Фитотоксичность почв сосновых древостоев в условиях аэротехногенного загрязнения / Н.В. Марина, А.С. Попов, Ю.Р. Касимова, М.В. Кученкова // Леса России и хозяйство в них. – 2019. – № 1 (68). – С. 31-37.

Маслов, А.Д. Усыхание еловых лесов от засух на европейской территории СССР / А.Д. Маслов // Лесоведение. – 1972. – № 6. – С. 77-78.

Маслов, А.Д. Стволовые вредители леса / А.Д. Маслов, Ф.С. Кутеев, М.В. Прибылова. – М.: Лесная промышленность, 1973. – 144 с.

Маслов, А.Д. Наставление по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России / А.Д. Маслов, Е.Г. Мозолевская, Н.А. Лисов, М.Е. Кобельков, В.К. Тузов. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2000. – 85 с.

Маслов, А.Д. Новая волна массового размножения короёда-типографа в ельниках Восточной Европы / А.Д. Маслов // Лесное хозяйство. – 2003. – № 1. – С. 30-31.

Маслов, А.Д. Методические рекомендации по надзору, учету и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и санитарного состояния лесов / А.Д. Маслов, Ю.П. Демаков, Л.С. Матусевич, Б.Н. Огибин, В.М. Жиринов, Л.А. Берснева, А.А. Быков, В.С. Овчинникова, Е.Н. Панфилова, А.Г. Лунев, И.А. Комарова. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2006. – 68 с.

Маслов, А.Д. Влияние температуры и влажности на стволовых вредителей леса / А.Д. Маслов. – Пушкино: ФГУ ВНИИЛМ, 2008. – 26 с.

Маслов, А.Д. Короёд-типограф и усыхание еловых лесов / А.Д. Маслов. – М.: ВНИИЛМ, 2010. – 138 с.

Маслов, А.Д. «Короёдная» опасность для лесов – следствие природных катаклизмов 2010 г. / А.Д. Маслов // Защита лесов юга России от вредных насекомых и болезней: Сб. ст. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2011. – С. 67-69.

Маслов, А.Д. Состояние и динамика очагов размножения короёда-типографа в Центральной России в 2010 г. и первой половине 2011 г. [Электронный ресурс] / А.Д. Маслов, И.А. Комарова, А.С. Котов //

Лесохозяйственная информация. – 2011. – № 1. – С. 39-46. – Режим доступа: old.vniilm.ru (Дата обращения: 13.09.2016)

Маслов, А.Д. Состояние и динамика очагов размножения короеда-типографа в Центральной России во второй половине 2011 г., прогноз на 2012 г. [Электронный ресурс] / А.Д. Маслов, И.А. Комарова, А.С. Котов // Лесохозяйственная информация. – 2012. – № 1. – С. 35-41. – Режим доступа: old.vniilm.ru (Дата обращения: 13.09.2016)

Маслов, А.Д. Система защитных мероприятий от короеда-типографа в защитных лесах / А.Д. Маслов // Проблемы и перспективы совершенствования лесоводственных мероприятий в защитных лесах: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2014. – С. 119-122.

Матренинский, В. Леса Кологривского уезда в естественно-историческом отношении (к характеристике лесной растительности Костромской губернии) / В. Матренинский // Тр. Костром. науч. о-ва по изучению местного края. – 1917. – Вып. 6. – С. 165–332.

Матусевич, Л.С. Лесопатологическое состояние еловых лесов на территории европейской части России / Л.С. Матусевич // Лесное хозяйство. – 2003. – № 1. – С. 29.

Межибовский, А.М. Об усыхании еловых лесов / А.М. Межибовский // Лесное хозяйство. – 2015. – № 1. – С. 29.

Методы мониторинга вредителей и болезней леса / Под общ. ред. В.К. Тузова. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 200 с.

Митрофанова, Н.А. Лесная фитопатология: методические указания / Н.А. Митрофанова, Б.П. Чураков. – Ульяновск: УлГУ, 2016. – 28 с.

Мозолевская, Е.Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса / Е.Г. Мозолевская, О.А. Катаев, Э.С. Соколова. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 152 с.

Мозолевская, Е.Г. Практикум по лесной энтомологии / Е.Г. Мозолевская, Н.К. Белова, Г.С. Лебедева. – М.: Экология, 1991. – 256 с.

Мозолевская, Е.Г. Особенности развития вспышки массового размножения короеда-типографа в ближнем Подмоскowie / Е.Г. Мозолевская, В.А. Липаткин // Лесное хозяйство. – 2003. – № 1. – С. 31-33.

Мозолевская, Е.Г. Результаты лесопатологического обследования усыхающих ельников в приокско-террасном биосферном государственном заповеднике в 2011 г. / Е.Г. Мозолевская, В.А. Липаткин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2012. – № 3. – С. 16-20.

Нагимов, З.Я. Таксация леса: учебное пособие / З.Я. Нагимов, И.Ф. Коростелёв, И.В. Шевелина. – Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2010. – 299 с.

Неволин, О.А. О распаде и гибели высоковозрастных ельников в Березниковском лесхозе Архангельской области / О.А. Неволин, А.Н. Грицынин, С.В. Торхов // Лесной журнал. – 2005. – № 6. – С. 7-22.

Неволин, О.А. К истории об усыхании еловых лесов в междуречье Северной Двины / О.А. Неволин, С.В. Третьяков, С.В. Торхов // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2007. – № 5. – С. 65-75.

Нестеров, В.Г. Общее лесоводство / В.Г. Нестеров. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1949. – 664 с.

Об утверждении методических документов: утверждены приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 29.12.2007 г. № 523.

Об утверждении методических документов: утверждены приказом Рослесхоза от 15.05.2015 № 159.

Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и перечня лесных районов Российской Федерации: утверждены Приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367 (ред. от 23.12.2014) (Зарегистрировано в Минюсте России 29.09.2014 г. № 34186).

Об утверждении порядка организации и осуществления государственного лесопатологического мониторинга: утверждено приказом Минприроды России от 04.08.2015 г. № 340.

Об утверждении порядка проведения лесопатологических обследований и формы акта лесопатологического обследования: утверждено приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 16.09.2016 г. № 480 (с изменениями на 22.08.2017)

Об утверждении Правил осуществления мероприятий по предупреждению распространения вредных организмов: утверждено Приказом Минприроды России от 12.09.2016 № 470.

Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений: утверждено Приказом Минприроды России от 25.03.2019 № 188 (с изменениями на 14.08.2019).

Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах: Постановление Правительства Российской Федерации от 20.05.2017 г. № 607.

Об утверждении Санитарных правил в лесах Российской Федерации: утверждено приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 27.12.2005 г. № 350.

Овеснов, С.А. Конспект флоры Пермской области / С.А. Овеснов. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1997. – 252 с.

Овеснов, С.А. Местная флора. Флора Пермского края и её анализ / С.А. Овеснов. – Пермь: Перм. гос. ун-т, 2009. – 171 с.

Огарков, Б.И. Энтомопатогенные грибы Восточной Сибири / Б.И. Огарков, Г.Р. Огаркова. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2000. – 134 с.

Орлов, А.Я. Темнохвойные леса Северного Кавказа / А.Я. Орлов. – М.: Изд. АН СССР, 1951. – 253 с.

Основные положения организации и развития лесного хозяйства Пермской области. Т. 1. Пояснительная записка. – Пермь, 2000. – 434 с.

ОСТ 56-69-83 Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. – М., 1983. – 60 с.

Отчет Горьковской станции защиты леса за 1940-1976 гг. (Нижегородский областной архив). – Инв. № 4629. ап. 1-4 – Горький, 1976. – 727 с.

Отчет по лесопатологическому обследованию части лесов Михайловского, Лысковского мехлесхозов, Балахнинского лесхоза, Затонского опытного лесхоза. 5-я Московская лесоустроительная экспедиция. – Горький, 1975. – 78 с.

Переведенцев, Ю.П. Изменения климата на территории Приволжского федерального округа в последние десятилетия и их взаимосвязь с геофизическими факторами / Ю.П. Переведенцев, К.М. Шанталинский, Н.А. Важнова, Э.П. Наумов, А.В. Шумихина // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о земле. – 2012. – № 4. – С. 122-135.

Петренко, Е.С. Насекомые вредители лесов Якутии / Е.С. Петренко. – М.: Наука, 1965. – 168 с.

Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов / А.В. Побединский. – М.: Наука, 1966. – 64 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства Чайковского лесхоза Пермского управления лесного хозяйства. Т. 1. Объяснительная записка. – Пермь, 1969. – 356 с.

Проект плана ведения лесного хозяйства в совхозных лесах Большесосновского совхозлесхоза. Объяснительная записка с приложениями. – Пермь, 1972. – 436 с.

Проект плана ведения лесного хозяйства Оханского межколхозного лесхоза Пермского объединения «Облмежколхозлес». Т. 1. Объяснительная записка. – Пермь, 1973. – 485 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства Осинского мехлесхоза Пермского управления лесного хозяйства Министерства лесного хозяйства РСФСР. Т. 1. Объяснительная записка. Книга 2. – Пермь, 1978. – 412 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства Оханского мехлесхоза Пермского управления лесного хозяйства Министерства лесного хозяйства РСФСР. Т. 1. Объяснительная записка. Книга 1. – Пермь, 1979. – 473 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства Чайковского мехлесхоза Пермского управления лесного хозяйства Министерства лесного хозяйства РСФСР. Т. 1. Объяснительная записка. Книга 1. – Пермь, 1980. – 474 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства Оханского межхозяйственного лесхоза Пермского областного производственного объединения «Перммежхозлес» Министерства сельского хозяйства РСФСР. Т. 1. Объяснительная записка. – Пермь, 1984. – 389 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства Очерского межхозяйственного лесхоза Пермского областного агропромышленного комитета Госагропрома РСФСР. Т. 1. Объяснительная записка. – Пермь, 1986. – 206 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства Осинского мехлесхоза Пермского лесохозяйственного территориального производственного объединения Министерства лесного хозяйства РСФСР. Т. 1. Объяснительная записка. – Пермь, 1989. – 476 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства Оханского мехлесхоза Пермского лесохозяйственного территориального производственного объединения Министерства лесного хозяйства РСФСР. Т. 1. Объяснительная записка. – Пермь, 1990. – 464 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства Чайковского лесхоза Пермского управления лесами. Т. 1. Объяснительная записка. – Пермь, 1993. – 336 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства Осинского межхозяйственного лесхоза Пермского областного производственного объединения «Перммежхозлес». Т. 1. Объяснительная записка. – Тбилиси, 1994. – 277 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства Очерского межхозяйственного лесхоза Пермского управления сельскими лесами «Пермагролес». Т. 1. Объяснительная записка. – Пермь, 1998. – 378 с.

Проект организации и ведения лесного хозяйства Чайковского сельского лесхоза Пермского управления сельскими лесами «Пермагролес». Т. 1. Пояснительная записка. – Пермь, 1999. – 263 с.

Проект организации и развития лесного хозяйства Оханского лесхоза Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей среды по Пермской области. Т. 1. Объяснительная записка. – Пермь, 2001. – 229 с.

Проект организации и ведения лесного хозяйства Осинского лесхоза Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей среды по Пермской области. Т. 1. Пояснительная записка. – Пермь, 2002. – 174 с.

Проект организации и ведения лесного хозяйства Оханского сельского лесхоза. Т. 1. Пояснительная записка. – Пермь, 2002. – 173 с.

Проект организации и ведения лесного хозяйства Большесосновского сельского лесхоза. Т. 1. Пояснительная записка. – Пермь, 2003. – 226 с.

Проект организации и ведения лесного хозяйства Частинского лесхоза Агентства лесного хозяйства по Пермской области и Коми-Пермяцкому АО. Т. 1. Пояснительная записка. – Пермь, 2005. – 214 с.

Прокопьев, М.Н. Лесные культуры Теплоуховых в Прикамье / М.Н. Прокопьев. – Пермь: Пермский ун-т, 1978. – 160 с.

Прокофьев, В.А. Вопросы оценки и нормирования коэффициента вариации / В.А. Прокофьев, М.Н. Толмачев, М.В. Головки // Вопросы экономики и права. – 2017. – № 10. – С. 34-37.

Протоколы заседания Санкт-Петербургского лесного общества // Лесной журнал. – 1903. – Вып. 3. – С. 754-755.

Протоколы XII Всероссийского съезда лесовладельцев и лесохозяев с участием лесозаводчиков и лесопромышленников в Архангельске 15-25 июля 1912 г. – СПб., 1913. – 173 с.

Разработать комплекс мероприятий по преодолению, минимизации последствий и профилактике массового засыхания деревьев в хвойных и черноольховых насаждениях. Отчет о НИР (заключит.) / Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси: Рук. В.В. Сарнацкий. № ГР 20064899. – Минск, 2009. – 292 с.

Раскатов, П.Б. Физиология растений с основами микробиологии / П.Б. Раскатов. – М.: Советская наука, 1954. – 365 с.

Рогозин, М.В. Лесные культуры Теплоуховых в имении Строгановых на Урале: история, законы развития, селекция ели: монография / М.В. Рогозин, Г.С. Разин. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2012. – 210 с.

Рожков, А.С. К устройству северных лесов: докл. XII Всерос. съезду лесовладельцев и лесохозяев с участием лесозаводчиков и лесопромышленников в г. Архангельске в 1912 г. / А.С. Рожков. – СПб., 1912. – 38 с.

Розенберг, В.А. О выходе деловой древесины из усыхающих и сухих стволов аянской ели / В.А. Розенберг // Сообщ. Дальневост. фил. АН СССР. – 1950. – Вып. 1. – С. 3-7.

Розенберг, В.А. Пихтово-еловые леса Южного Сихотэ-Алиня: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Розенберг Всеволод Александрович. – Владивосток, 1955. – 18 с.

Розенберг, В.А. Пути организации рубок главного пользования в перестойных горных лесах Дальнего Востока / В.А. Розенберг // Тр. Ин-та леса АН ГССР. – 1956. – Т. 6. – С. 77-83.

Розенберг, В.А. Некоторые вопросы развития пихтово-еловых лесов Южного Сихотэ-Алиня / В.А. Розенберг // Вопросы сельского и лесного хозяйства Дальнего Востока. – 1961. – Вып. 3. – С. 195-215.

Розенберг, В.А. К характеристике пихтово-еловых лесов Приморья и нижнего Приамурья / В.А. Розенберг // Материалы по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока. – Красноярск, 1963. – С. 39-49.

Сазонов, А.А. Массовое усыхание как перманентное состояние еловых лесов Беларуси / А.А. Сазонов // Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2013. – С. 110-114.

Сазонов, А.А. Массовое усыхание еловых лесов Беларуси на рубеже XX-XXI вв. и пути минимизации их последствий / А.А. Сазонов, В.Н. Кухта, А.И. Блинцов и др. // Лесное хозяйство. – 2014. – № 3. – С. 9-12.

Сазонов, А.А. Оценка состояния насаждений в некоторых регионах Беларуси по данным экспедиционных лесопатологических обследований / А.А. Сазонов // Труды БГТУ. – 2012. – № 1. – С. 263-269.

Сарнацкий, В.В. Ельники: формирование, повышение продуктивности и устойчивости в условиях Беларуси / В.В. Сарнацкий. – Минск: Технологія, 2009. – 334 с.

Сарнацкий, В.В. Зонально-типологический прогноз периодического массового усыхания еловых лесов / В.В. Сарнацкий // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2007. – Т. 51. – № 4. – С. 61-64.

Сарнацкий, В.В. О причинах и следствии периодического аномального усыхания ели в лесах Беларуси / В.В. Сарнацкий // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. трудов ИЛ НАН Беларуси. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2013. – Вып. 73. – С. 118-130.

Сарнацкий, В.В. Прогноз усыхания еловых древостоев / В.В. Сарнацкий // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біял. Навук. – 1998. – № 3. – С. 33-39.

Сарнацкий, В.В. Эдафо-фитоценотические особенности формирования древостоев на вырубках поврежденных и усохших ельников / В.В. Сарнацкий // Труды БГТУ. – 2016. – № 1. – С. 65-69.

Севницкая, Н.Л. Влияние методов заражения на инфекционный процесс у жуков короеда-типографа / Н.Л. Севницкая // Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель: Институт леса Национальной академии наук Беларуси, 2013. – С. 121-125.

Севницкая, Н.Л. Горизонтальная передача энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* среди жуков короеда-типографа / Н.Л. Севницкая // Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2013. – С. 118-121.

Севницкая, Н.Л. Спектр патогенности энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* / Н.Л. Севницкая, Н.С. Блинова, Е.Н. Усанова // Современное состояние и перспектива охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель: Институт леса Национальной академии наук Беларуси, 2013. – С. 125-129.

Селиховкин, А.В. Современная лесная энтомология: направление исследований, проблемы и перспективы / А.В. Селиховкин, Е.А. Бондаренко, Б.Г. Поповичев // Энтомологическое образование. – 2010. – Т. LXXXIX. – № 1. – С. 62-84.

Семенкова, И.Г. Фитопатология: учебник / И.Г. Семенкова, Э.С. Соколова. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 480 с.

Серебренников, П.П. Задачи лесного опытного дела на Севере / П.П. Серебренников // Тр. XII Всерос. съезда лесовладельцев и лесохозяев. – СПб., 1913. – 16 с.

Соболева, Л.Г. Параметрические методы оценки достоверности статистического исследования. Метод стандартизации. Корреляционный анализ / Л.Г. Соболева, В.М. Дорофеев, Т.М. Шаршакова. – Гомель: Гомельский государственный медицинский университет, 2009. – 24 с.

Сукачев, В.Н. О внутривидовых и межвидовых взаимоотношениях среди растений / В.Н. Сукачев // Ботанический журнал. – 1953. – Т. 38. – № 1. – С. 57-96.

Сурина, Е.А. Причины усыхания лесов в междуречье Северной Двины и Пинеги / Е.А. Сурина // Леса Евразии – Подмосковные вечера. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. – С. 126-129.

Сурина, Е.А. Состояние ельников Архангельской области в условиях меняющегося климата / Е.А. Сурина, А.О. Сеньков // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2015. – № 43. – С. 45-48.

Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии: нормативно-справочные материалы. – М.: Федеральное агентство лесного хозяйства, 2008. – 886 с.

Тальман, П.Н. Методы лесознтомологических обследований / П.Н. Тальман, О.А. Катаев. – Л.: ЛТА, 1964. – 120 с.

Терехова, В.В. Аннотированный список видов жуков-короедов (*Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae*) лесостепной зоны Левобережной Украины / В.В. Терехова, М.А. Сальницкая // Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. Серія: біологія. – 2014. – Вып. 20. – № 1100. – С. 180-197.

Тимофеев, В.П. Отмирание ели в связи с недостатком влаги в почве / В.П. Тимофеев // Лесное хозяйство. – 1939. – № 9. – С. 6-15.

Тимофеев, В.П. Борьба с усыханием ели / В.П. Тимофеев. – М.: Гослестехиздат, 1944. – 48 с.

Тихонов, А.С. Устойчивость ельников против короеда-типографа в хвойно - широколиственной подзоне / А.С. Тихонов, Р.В. Мусин // Лесное хозяйство. – 2003. – № 1. – С. 36-38.

Тихонов, А.С. Лесоведение: учебное пособие / А.С. Тихонов. – Калуга: ГП «Облиздат», 2011. – 332 с.

Тишин, Д.В. Дендрэкология (методика древесно-кольцевого анализа): учебно-методическое пособие / Д.В. Тишин. – Казань: Казанский государственный университет, 2015. – 36 с.

Ткаченко, М.Е. Общее лесоводство / М.Е. Ткаченко. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1955. – 599 с.

Токсикологические методы контроля. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* (Beijer)) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, 2014. – 38 с.

Толмачёв, А.И. К истории возникновения и развития темнохвойной тайги / А.И. Толмачёв. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 155 с.

Трегубов, Г.А. Растительные ресурсы Комсомольского района / Г.А. Трегубов // Амурский сборник. – Хабаровск, 1960. – Вып. 2. – С. 310-329.

Тюрмер, К.Ф. Пятьдесят лет лесохозяйственной практики / К.Ф. Тюрмер. – М., 1993. – 178 с.

Федоров, Н.И. Корневые гнили хвойных пород / Н.И. Федоров. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 160 с.

Федоров, Н.И. Лесная фитопатология / Н.И. Федоров. – Минск: Вышэйш. шк., 1987. – 178 с.

Федоров, Н.И. Основные факторы региональных массовых усыхания ели в лесах Восточной Европы / Н.И. Федоров // Грибные сообщества лесных экосистем. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000. – С. 252-291.

Федоров, Н.И. Особенности формирования еловых лесов Беларуси в связи с их периодическим массовым усыханием / Н.И. Федоров, В.В. Сарнацкий. – Минск: Технология, 2001. – 180 с.

Фролов, Ю.А. Факторы смолопродуктивности сосны обыкновенной / Ю.А. Фролов, Н.А. Пирогов, Ю.И. Осипов // Лесопользование и гидролесомелиорация: материалы Всерос. симпозиума. – СПб.; Вологда: СевНИИЛХ, 2007. – Ч. 1. – С. 125-140.

Храмцов, Н.Н. Стволовые вредители леса и борьба с ними / Н.Н. Храмцов, Н.Н. Падий. – М.: Лесная промышленность, 1965. – 159 с.

Цветков, В.Ф. Широкомасштабное усыхание коренных ельников в междуречье С. Двины и Пинеги / В.Ф. Цветков // Пути рационального воспроизводства, использования и охраны лесных экосистем в зоне хвойно-широколиственных лесов: Сб. науч. чтений, посвященных 70-летию заслуж. лесоведа Аглиулина Ф.В. в Казани. – Чебоксары, 2005. – С. 516-523.

Цуранов, В.П. Некоторые особенности усыхания ельников нижнего Амура / В.П. Цуранов // Сб. тр. ДальНИИЛХ. – 1965. – Вып. 7. – С. 311-318.

Цуранов, В.П. Возрастное развитие и усыхание пихтово-еловых лесов на севере Сихотэ-Алиня / В.П. Цуранов // Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока: Тез. докл. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1972. – С. 232-234.

Чернышев, В.Б. Экология насекомых: учебник / В.Б. Чернышев. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 304 с.

Чернышев, В.Д. Пути физиолого-энергетических адаптаций хвойных в экстремальных условиях / В.Д. Чернышев // Биологические проблемы Севера: матер. VI симпозиума. – Якутск, 1974. – Вып. 5. – С. 13-17.

Шевырев, И.Я. Загадка короедов / И.Я. Шевырев. – Санкт-Петербург: Типография товарищества «Общественная польза», 1910 (имеется репринтное издание – М: МГУЛ, 2000. – 108 с.).

Шиятов, С.Г. Цикличность радиального прироста деревьев в высокогорьях Урала / С.Г. Шиятов, В.С. Мазепа // В кн.: Дендрохронология и дендроклиматология. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 134-160.

Шиятов, С.Г. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов, А.В. Кирдянов, В.Б. Круглов, В.С. Мазепа, М.М. Наурзбаев, Р.М. Хантемиров. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.

Шкараба, Е.М. Биоразнообразие растительного мира Пермского края / Е.М. Шкараба, А.Е. Селиванов, К.А. Карасев. – Пермь: Пермский государственный педагогический университет, 2012. – 70 с.

Шкляев, А.С. Климат Пермской области / А.С. Шкляев, В.А. Балков. – Пермь: Кн. изд-во, 1963. – 191 с.

Шкляев, А.С. Климатические ресурсы Уральского Прикамья / А.С. Шкляев, Л.С. Шкляева // Географический вестник. – 2006. – № 2. – С. 97-110.

Шкляев, В.А. Оценка изменений температуры воздуха и осадков Среднего и Южного Урала в XX веке / В.А. Шкляев, Л.С. Шкляева // Вестник Челябинского государственного университета. – 2011. – № 5 (220). – С. 61-69.

Шубин, Д.А. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края / Д.А. Шубин, С.В. Залесов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2016. – 127 с.

Щедрова, В.И. Болезни хвойных пород. Язвенный рак лиственницы, сосны и ели / В.И. Щедрова. – Л.: ЛТА, 1979. – 34 с.

Щербин-Парфененко, А.Л. Бактериальные заболевания лесных пород / А.Л. Щербин-Парфененко. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 148 с.

Юркевич, И.Д. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии / И.Д. Юркевич, В.С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1965. – 288 с.

Янушко, А.Д. Лесное хозяйство Беларуси – история, экономика, проблемы и перспективы развития / А.Д. Янушко. – Минск: БГТУ, 2001. – 248 с.

Abbot, W.S. A method computing the effectiveness of an insecticide / W.S. Abbot // *Economical Entomology*. – 1925. – Vol. 18. – P. 265-267.

Allen, C.D. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests / C.D. Allen, A.K. Macalady, H. Chenchouni, D. Bachelet, N. McDowell, M. Venetier, T. Kitzberger, A. Rigling, D.D. Breshears, E.H. Hogg (Ted), P. Gonzalez, R. Fensham, Z. Zhang, J. Castro, N. Demidova, J.H. Lim, G. Allard, S.W. Running, A. Semerci, N. Cobb // *Forest Ecology and Management*. – 2010. – Vol. 259. – P. 660-684.

Berg, E.E. Spruce beetle outbreaks on the Kenai Peninsula, Alaska, and Kluane National Park and Reserve, Yukon Territory: relationship to summer temperatures and regional differences in disturbance regimes / E.E. Berg, J.D. Henry, C.L. Fastie, A.D. De Volder, S.M. Matsuoka // *Forest Ecology and Management*. – 2006. – Vol. 227. – P. 219-232.

Biologia swierka Pospolitego / Oprakowanie zbiorowe pod redakcja Adama Boratynskiego I Wladyslawa Bugaty. – Poznan: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, 1998. – 781 s.

Cramer, H. Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Schadensperioden und Klimafaktoren in mitteleuropäischen Forsten seit 1851 / H. Cramer, M. Cramer-Middendorf // *Pflanzenschutz Nachr Bayer*. – 1984. – № 2. – S. 208-334.

Eriksson, M. Retention of wind-felled trees and the risk of consequential tree mortality by the European spruce bark beetle *ips typographus* in Finland / M. Eriksson, S. Neuvonen, H. Roininen // *Scand. J. For Res*. – 2007. – Vol. 22 (6). – P. 516-523.

Forster, B. Deutlicher Rückgang der Fichten im Mittelland. Vorratsabbau – auch durch Sturm und Käfer / B. Forster, F. Meier, U.-B. Braendli // Wald Holz. – 2008. – № 89 (3). – S. 52-54.

Ivantsova, E.D. Economic Consequences of Insect Pests Outbreaks in Boreal Forests: A Literature Review / E.D. Ivantsova, A.I. Pyzhev, E.V. Zander // Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sci. – 2019. – No. 4. – P. 627-642.

Jönsson, A.M. Effects of climate and soil conditions on the productivity and defence capacity of *Picea abies* in Sweden – An ecosystem model assessment / A.M. Jönsson, F. Lagergren // Ecological Modelling. – 2018. – Vol. 384. – P. 154-167.

Kreutz, J. Horizontal transmission of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* among the spruce bark beetle, *Ips typographus* (Col., Scolytidae) in the laboratory and under field conditions / J. Kreutz, G. Zimmermann, O. Vaupel // Biocontrol Science and Technology. – 2004. – Vol. 14 (8). – P. 837-848.

Matzner, E. «Waldsterben»: Our drying forests. Part 2. Implications of the chemical soil conditions for forest decline / E. Matzner, B. Ulrich // Experimentia. – 1985. – No. 5. – P. 578-584.

McDowell, N. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? / N. McDowell, W.T. Pockman, C.D. Allen, D.D. Breshears, N. Cobb, T. Kolb, J. Plaut, J. Sperry, A. West, D.G. Williams // New phytologist. – 2008. – Vol. 178. – P. 719-739.

Meyer, F.H. Die Role des Wurzelsystems beim Waldsterben / F.H. Meyer // Forst und Holzwirt. – 1985. – № 13. – S. 351-358.

Mezei, P. Storms, temperature maxima and the Eurasian spruce bark beetle *Ips typographus* – An infernal trio in Norway spruce forests of the Central European High Tatra Mountains / P. Mezei, R. Jakuš, J. Pennerstorfer, M. Havašová, J. Škvarenina, J. Ferencík, J. Slivinský, S. Bičárová, D. Bilčík, M. Blaženec, S. Netherer // Agricultural and Forest Meteorology. – 2017. – Vol. 242. – P. 85-95.

Müller, J. The European spruce bark beetle *ips typographus* in a national park: from pest to keystone species / J. Müller, H. Bubler, M. Gobner, T. Rettelbach, P. Duelli // Biodiversity and Conservation. – 2008. – Vol. 17 (12). – P. 2979-3001.

Nebe, W. Immissionsbedingte Ernährungsstörungen in Fichtenbeständen auf Standorten unterschiedlicher Trophie / W. Nebe, G. Ilgen, W. Gastinger // Beitr. Forstwirt. – 1989. – № 1. – S. 17-25.

Negron, J.F. US Forest Service bark beetle research in the western United States: Looking toward the future / J.F. Negron, B.J. Bentz, C.J. Fettig, N. Gillette, E.M. Hansen, J.L. Hayes, R.G. Kelsey, J.E. Lundquist, A.M. Lynch, R.A. Progar, S.J. Seybold // Journal of Forestry. – 2008. – Vol.106 (6). – P. 325-331.

Plass, W. Zum Waldsterben in Westdeutschland. Molybdenmangel by Sulfat- und zeitweisen Nitrat-berangebot. Eine Hypothese / W. Plass // Geoekodynamik. – 1983. – № 1-2. – S. 19-37.

Rohle, H. Waldschaden und Zuwachsreaktion dargestellt am Beispiel geschädigter Fichtenbestände im Nationalpark Bayerischer Wald / H. Rohle // Forstwiss. Cbl. – 1986. – № 2. – S. 115-122.

Russmann, K. Waldsterben Ursachen, Wirkungen und Massnahmen / K. Russmann // OKOL. – 1985. – № 3-11. – S. 14-17.

Schmidt-Vogt, H. Die Fichte Taxonomil. Verbreitung. Morfologia, Okologia, Waldgesellschaften / H. Smidt-Vogt. – Hamburg; Berlin: Verlag Paul Parey, 1977. – Bd. 1. – 647 s.

Schmidt-Vogt, H. Die Fichte. Bd. z/z. Krankheiten. Sahden. Fichtensterben / H. Schmidt-Vogt. – Hamburg; Berlin, 1998. – 607 s.

Schroeder, L.M. Retention or salvage logging of standing trees killed by the spruce bark beetle *ips typographus*: Consequences for dead wood dynamics and biodiversity / L.M. Schroeder // Scand. J. For. Res. – 2007. – Vol. 22 (6). – P. 524-530.

Skuhavy, V. Lykožrout smrkový (*Ips tupographus* L.) a jeho calamity / V.S. Skuhavy. – Praha: Agrospoj, 2002. – 196 p.

Stocker, T.F. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P.M. Midgley. – Cambridge: Cambridge University Press and New York, NY, 2013. – 1535 p.

Urošević, B. Fytopatologické příčiny odumírání smrkových porostu a některá racionalizační opatření / B. Urošević // Pr. VULHM. – 1976. – № 49. – P. 121-141.

Zolubas, P. Modelling spruce bark beetle infestation probability / P. Zolubas, J. Negron, A.S. Munson // Baltic Forestry. – 2009. – No. 15. – P. 23-28.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Фрагмент классификационной схемы групп типов леса и типов лесорастительных условий Пермского края (Основные положения..., 2000)

Группа типов леса		Тип леса	Тип лесорастительных условий	Почва	Положение в рельефе	Класс бонитета
Шифр	Индекс					
6	Е.зм.к.	Е.бр.	B ₂	Свежая мелко- и неглубоко подзолистая супесчаная на супесях и легких суглинках	Мезоповышения равнин и водоразделов, верхние трети наклоненных равнин	IV (III)
		Е.зм.	B ₂	Свежие глубоко сильноподзолистые (реже супесчаные) на суглинках и глинах	Плоские водоразделы, наклоненные равнины, склоны холмов	II (I-III)
		Е.к.	C ₂	Свежие неглубоко подзолистые, легко- и среднесуглинистые на суглинках и глинах	Водоразделы, наклоненные равнины и пологие склоны (верхние трети)	II (I-III)
8	Е.лп.тр.	Е.лп.	C ₂	Свежая дерново-неглубоко и глубоко подзолистая суглинистая на глинах и тяжелых суглинках	Водоразделы, слабо наклоненные равнины	II (I-III)
		Е.тр.	C ₃	Свежая, влажная, дерново-подзолистая глеевая многогумусовая суглинистая и глинистая на аллювиальных и делювиальных глинах	Трассы рек, западины с периодическим переувлажнением, жесткими водами	II (III-IV)

Таксационная характеристика ПП после усыхания и гибели части древостоя

№ ПП	Состав по элементам леса	Возраст, лет	Средние		Густота, шт/га	Полнота		Класс бонитета	Запас, м ³ /га				Хозяйственные мероприятия
			диаметр, см	высота, м		абсолютная, м ² /га	относительная		общий	растущего	сухостоя	захламлиенность	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Одновозрастные насаждения</i>													
Тип леса – Ельник зеленомошный (Е. зм.)													
11	8Е	70	21,8	21,3	435	16,2	0,4	I	341	184	116	41	ПРХ – 2005; 20 %
	2С		32,0	24,6	56	4,5	0,1		52	51	1	-	
	Итого		-	22,9	491	20,7	0,5		393	235	117	41	
12	10Е	62	25,2	21,4	438	21,8	0,53	I	644	232	363	49	-
	+С		32,0	23,5	13	1,0	0,02		10	10	-	-	
	ед.П		8,0	9,3	63	0,3	0,01		3	1	-	2	
Итого		-	18,1	514	23,1	0,56	657	243	363	51			
15	6Е	79	22,5	22,5	261	10,4	0,25	II	226	116	78	32	-
	4С		29,6	25,8	75	5,1	0,11		65	65	-	-	
	Итого		-	24,2	336	15,5	0,36		291	181	78	32	
18	9Е	103	25,1	25,7	593	29,5	0,63	II	496	368	87	41	-
	1С		40,1	27,2	19	2,4	0,05		29	29	-	-	
	Итого		-	26,5	612	31,9	0,68		525	397	87	41	
23	9Е	71	21,4	17,6	390	14,0	0,39	III	181	135	44	2	ССР-2014
	1С		40,9	18,1	13	1,8	0,05		15	15	-	-	
	Итого		-	17,9	403	15,8	0,44		196	150	44	2	
24	10Е	107	27,9	19,0	500	30,5	0,8	IV	483	324	139	20	ССР-2014
26	10Е	67	28,0	21,0	327	20,2	0,49	I	262	218	31	13	ССР-2012; 2013; ВСР- 2014
27	10Е	73	24,4	23,0	360	16,9	0,38	I	356	197	143	16	ССР-2012; ВСР-2015
28	10Е	65	32,5	20,9	202	16,7	0,41	I	231	179	44	8	-
36	3Е	66	30,4	21,8	164	11,9	0,28	I	142	123	12	7	-
	6П		29,6	20,0	420	28,8	0,72		292	277	9	6	
	1С		39,2	24,6	28	3,4	0,08		33	33	-	-	
	+Ос		32,5	23,0	12	1,0	0,03		14	11	-	3	
Итого		-	22,4	624	45,1	1,11	481	444	21	16			
37	6Е	67	33,8	24,6	244	21,8	0,47	I	334	273	17	44	-
	3П		26,9	17,0	256	14,5	0,42		133	117	5	11	
	1С		33,9	22,5	28	2,5	0,06		26	26	-	-	
Итого		-	21,4	528	38,8	0,95	493	416	22	55			

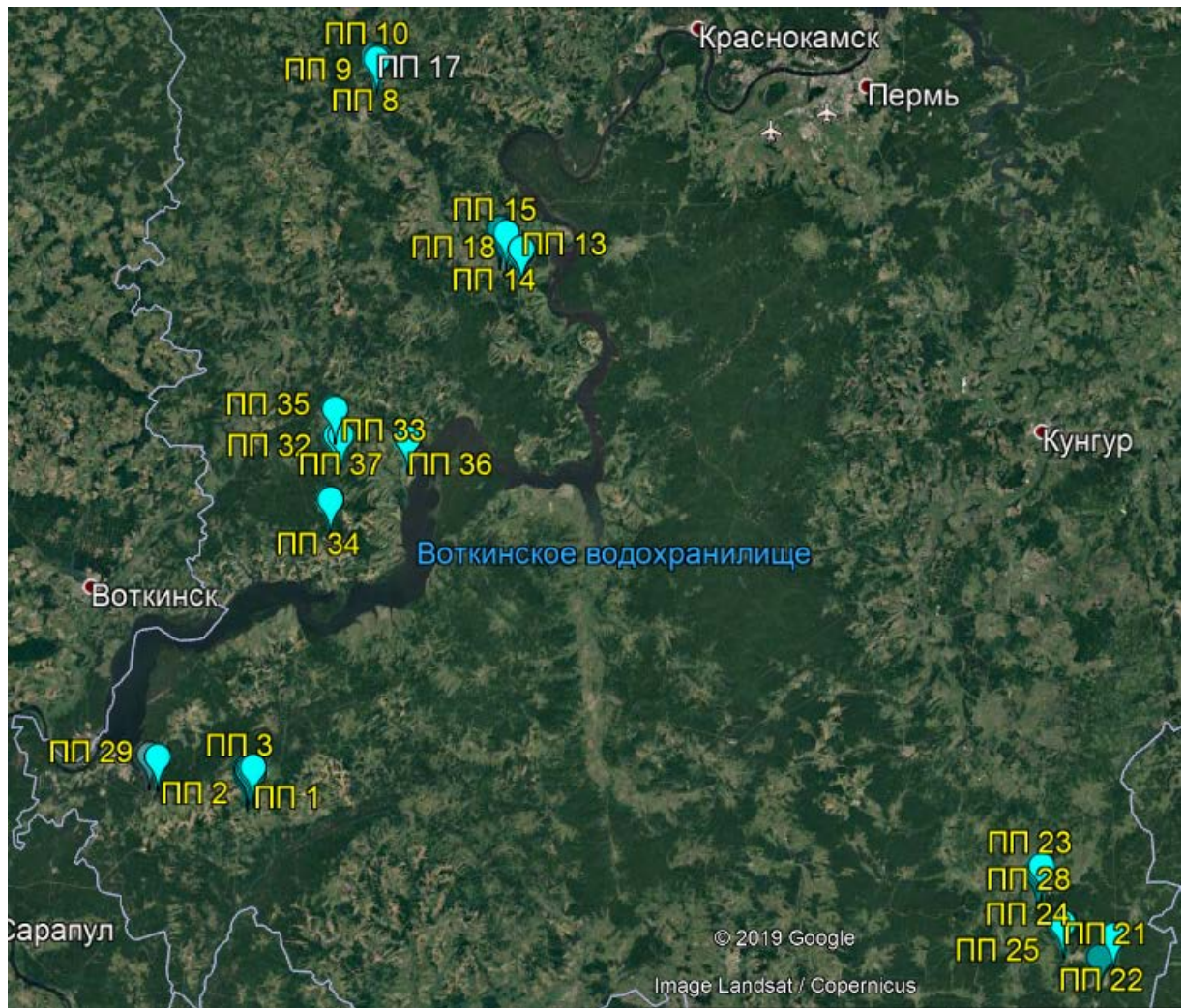
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тип леса – Ельник липняковый (Е. лп.)													
1	2Е	78	25,5	21,7	73	3,7	0,09	II	220	42	144	34	ВСП-2005; 2006; 2007
	5П		26,0	24,7	209	11,1	0,24		164	127	13	24	
	3Лп		24,4	23	188	8,8	0,19		90	90	-	-	
	+Б		20,1	17,1	37	1,2	0,04		11	10	-	1	
	+Ос		14,7	13	63	1,1	0,04		10	10	-	-	
	Итого		-	19,9	570	25,9	0,6		495	279	157	59	
3	2Е	78	23,1	21,9	89	3,7	0,09	II	220	40	81	99	-
	4Ос		15,1	17	545	9,8	0,32		89	80	-	9	
	4Б		31,1	27,1	93	7,1	0,19		95	85	1	9	
	ед.П		12,6	13	8	0,1	0,00 4		7	1	4	2	
	Итого		-	19,7	735	20,7	0,6		411	206	86	119	
6	2Е	65	23,1	16,2	158	6,6	0,19	III	526	69	324	133	-
	3Б		30,9	20,8	147	11,1	0,33		138	116	22	-	
	4Ос		19,7	16,6	453	13,9	0,45		149	123	-	26	
	1Лп		30,4	21	74	5,3	0,12		22	22	-	-	
	ед.П		12,1	8,5	95	1,1	0,05		21	6	3	12	
Итого	-	16,6	927	38	1,14	856	336	349	171				
7	2Е	78	22,7	21,6	192	7,8	0,19	II	183	84	91	8	-
	1П		15,9	16,3	347	6,9	0,2		85	60	4	21	
	+Б		25,9	21,9	52	2,7	0,08		41	30	1	10	
	7Лп		37,6	27,4	291	32,2	0,66		397	385	-	12	
	Итого		-	21,8	882	49,6	1,13		706	559	96	51	
20	5Е	73	29,7	20,6	108	7,4	0,18	II	95	86	6	3	-
	2П		22,5	18,1	108	4,3	0,12		61	38	17	6	
	3Лп		25,1	21,0	85	4,2	0,10		40	39	1	-	
	ед.О с		22,1	19,5	5	0,2	0,01		2	2	-	-	
	Итого		-	19,8	306	16,1	0,41		198	165	24	9	
32	6Е	74	24,7	23,4	284	13,6	0,31	I	250	164	46	40	-
	+П		19,2	19,0	28	0,8	0,02		8	7	1	-	
	3Лп		23,3	21,5	152	6,5	0,15		68	66	-	2	
	1Б		28,3	27,5	48	3,0	0,08		37	36	1	-	
	Итого		-	22,9	512	23,9	0,56		363	273	51	45	
34	4Е	69	32,0	24,3	124	10,0	0,22	IA	128	123	5	-	-
	1П		26,9	21,4	100	5,7	0,14		74	53	21	-	
	4Лп		31,4	26,4	144	11,1	0,23		128	122	-	6	
	1Ос		19,2	23,0	72	2,1	0,06		37	24	9	4	
	Итого		-	23,8	440	28,9	0,65		367	322	35	10	
Тип леса – Ельник кисличный (Е. к.)													
4	6Е	71	23,0	24,9	267	11,1	0,24	IA	302	137	146	19	-
	1П		26,4	24,3	37	2,0	0,04		24	23	1	-	
	2Б		18,2	19,2	253	6,6	0,21		66	60	1	5	
	1Ос		19,2	20,4	103	3,0	0,08		36	28	2	6	
	Итого		-	22,2	660	22,7	0,57		428	248	150	30	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8	8Е	71	28,2	21,7	335	20,9	0,23	I	276	115	111	50	ССР-2013; ВСР-2014
	2П		26,2	22,0	110	5,9	0,14		88	63	2	23	
	Итого		-	21,9	445	26,8	0,37		364	178	113	73	
10	5Е	82	23,1	16,2	233	9,8	0,29	III	412	100	178	134	ССР-2013;
	5П		27,9	17,9	222	13,6	0,37		186	113	34	39	
	Итого		-	17,1	455	23,4	0,66		598	213	212	173	
13	3Е	68	23,8	21,3	227	10,1	0,25	I	266	110	89	67	-
	6П		24,9	21,9	507	24,7	0,59		334	261	47	26	
	1Ос		20,6	22,6	60	2,0	0,05		23	23	-	-	
	Итого		-	21,9	794	36,8	0,89		623	394	136	93	
14	4Е	74	22,2	17,3	261	10,1	0,29	III	245	102	102	41	ВСР-2009; ССР-2014
	5С		35,9	23,8	107	10,8	0,25		119	114	2	3	
	1П		17,9	14,7	85	2,2	0,07		20	18	-	2	
	Итого		-	18,6	453	23,1	0,61		384	234	104	47	
22	6Е	107	34,1	24,2	265	24,2	0,54	II	289	287	1	1	-
	2П		23,1	22,2	165	6,9	0,17		147	74	49	24	
	2Б		27,1	26,8	140	8,1	0,22		103	97	1	5	
	Итого		-	24,4	570	39,2	0,93		539	458	51	30	
33	4Е	88	32,7	25,0	112	9,4	0,2	I	153	116	10	27	-
	2П		28,5	21,7	136	8,7	0,21		154	83	31	40	
	3Лп		23,2	19,0	280	11,8	0,29		111	109	-	2	
	1Б		62,0	32,0	4	1,2	0,03		18	18	-	-	
	Итого		-	24,4	532	31,1	0,73		436	326	41	69	
35	4Е	60	24,3	19,6	288	13,4	0,35	I	169	136	13	20	-
	1С		34,8	30,4	24	2,3	0,05		39	33	5	1	
	4Б		43,6	33,8	72	10,7	0,28		192	152	28	12	
	1Ос		48,6	34,9	20	3,7	0,09		59	59	-	-	
	Итого		-	29,7	404	30,1	0,77		459	380	46	33	
<i>Разновозрастные насаждения</i>													
Тип леса – Ельник липняковый (Е. лп.)													
5	2Е	105	33,4	28,3	118	10,3	0,21	I	215	156	33	26	-
	2Е		21,3	23,0	245	8,7	0,20		140	103	25	12	
	1П		25,5	24,0	145	7,4	0,16		107	80	16	11	
	2Б		25,1	23,6	182	9,0	0,25		138	105	18	15	
	3Лп		25,1	23,7	327	16,2	0,35		172	169	-	3	
	Итого		-	24,5	1017	51,6	1,17		772	613	92	67	
16	3Е	104	28,4	27,7	172	10,9	0,22	I	167	142	25	-	-
	2Е		15,3	19,3	328	6,1	0,16		93	59	24	10	
	5Б		36,8	31,7	156	16,5	0,43		243	226	16	1	
	+П		18,9	20,3	64	1,8	0,05		25	17	-	8	
	ед.Л п		21,7	24,7	27	1,0	0,02		10	10	-	-	
Итого	-	24,7	693	36,3	0,88	538	454	65	19				
19	6Е	106	43,8	23,7	80	12,1	0,27	II	184	144	20	20	-
	2Е		20,3	17,4	137	4,4	0,13		56	41	7	8	
	+П		20,9	20,0	30	1,0	0,03		26	10	13	3	
	2Б		37,8	28,1	27	3,0	0,08		39	39	-	-	
	Итого		-	22,3	274	20,5	0,51		305	234	40	31	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
21	2Е	107	35,7	23,1	65	6,5	0,15	III	82	74	8	-	-
	1Е		20,6	17,3	155	5,2	0,15		67	53	14	-	
	2П		17,5	16,2	320	7,7	0,23		88	69	15	4	
	5ЛП		26,2	21,4	295	15,8	0,37		172	168	4	-	
	+Б		20,5	22,4	50	1,6	0,05		18	18	-	-	
Итого			-	20,1	885	36,8	0,95		427	382	41	4	
25	4Е	107	33,1	22,1	125	10,7	0,26	III	129	123	6	-	-
	1Е		16,7	14,7	120	2,6	0,08		22	21	1	-	
	3П		22,2	17,6	400	15,5	0,43		141	120	15	6	
	2ЛП		22,4	15,0	225	8,9	0,27		67	61	6	-	
	+Б		26,8	19	25	1,4	0,04		13	13	-	-	
	ед.О с		9,2	12	20	0,1	0,01		1	1	-	-	
Итого			-	16,7	915	39,2	1,09		373	339	28	6	
Тип леса – Ельник кисличный (Е. к.)													
2	6Е	83	26,0	23,8	286	15,2	0,34	II	248	171	66	11	ССР-2014;
	1Е		15,1	18,1	79	1,4	0,04		39	15	15	9	
	3Б		26,4	25,3	110	6,0	0,17		90	75	1	14	
	+П		19,7	24,0	31	0,9	0,02		10	9	1	-	
	+Ос		22,8	24,3	26	1,1	0,03		15	14	1	-	
Итого			-	23,1	532	24,6	0,6		402	284	84	34	
9	4Е	135	39,4	23,6	31	3,7	0,08	III	162	49	93	20	ССР-2013
	2Е		22,0	18,6	88	3,3	0,09		120	38	58	24	
	4П		32,9	22,3	50	4,2	0,1		114	41	18	55	
Итого			-	21,5	169	11,2	0,27		396	128	169	99	
17	6Е	136	35,8	28,7	168	16,9	0,34	II	308	246	37	25	-
	1Е		18,3	20,9	156	4,1	0,10		61	50	4	7	
	3П		17,7	19,7	457	11,3	0,28		166	116	12	38	
Итого			-	23,1	781	32,3	0,72		535	412	53	70	
29	1Е	62	24,7	19,4	48	2,3	0,06	I	173	36	119	18	-
	1Е		16,4	11,5	229	4,8	0,18		58	38	18	2	
	4П		20,9	18,3	368	12,7	0,34		181	127	29	25	
	3С		43,4	28,3	43	6,0	0,16		83	77	-	6	
	1Б		27,1	25,5	53	3,0	0,08		36	36	-	-	
Итого			-	20,6	741	28,8	0,82		531	314	166	51	
30	3Е	53	27,5	23,5	156	9,3	0,21	IA	168	119	43	6	-
	3Е		39,4	27,4	60	7,3	0,15		134	103	14	17	
	4П		22,5	19,8	428	16,9	0,42		220	173	30	17	
	ед.Б		37,9	24	8	0,9	0,03		10	10	-	-	
	ед.С		24	19	4	0,2	0,01		2	2	-	-	
Итого			-	22,7	656	34,6	0,82		534	407	87	40	
31	3Е	108	37,4	26,4	60	6,6	0,14	II	185	82	83	20	-
	1Е		16,2	16,3	154	3,2	0,09		56	30	20	6	
	3С		37,7	26,4	46	5,1	0,11		72	61	3	8	
	3П		28,1	25,0	103	6,4	0,14		93	77	9	7	
	ед.Б		22,7	20,7	11	0,5	0,01		5	5	-	-	
Итого			-	23,0	374	21,8	0,49		411	255	115	41	

Карта-схема расположения пробных площадей

М 1: 1 000 000

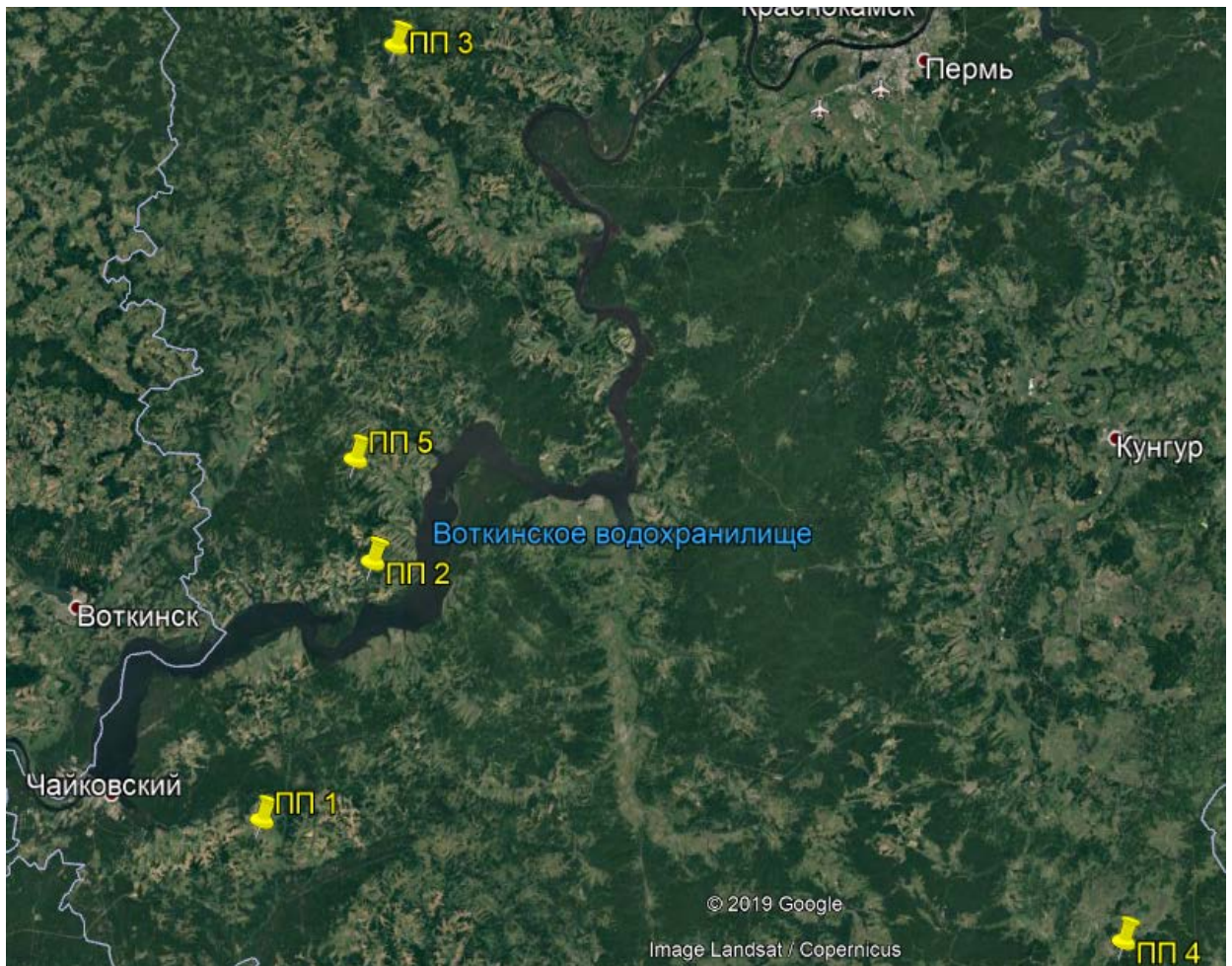


Таксационная характеристика ПП на вырубках (определена до вырубки
древостоя после усыхания)

№ ПП	Состав по элементам леса	Возраст, лет	Средние		Густота, шт/га		Полнота		Класс бонитета	Запас, м3/га				Хозяйственные мероприятия
			Диаметр, см	Высота, м	Живых	Сухих	Абсолютная, м ² /га	Относительная		Общий	В т.ч. растущего	В т.ч. сухостоя	В т.ч. захламленность	
Тип леса – Ельник зеленомошный (Е. зм.)														
1	5Е	53	23,7	20	286	103	5,6	0,14	I	116	51	51	14	ССР-2017, 3,5 га (100 %)
	1П		22,0	19	32	4	2,3	0,06		23	20	1	2	
	1С		25,9	21	84	-	2,4	0,06		24	24	-	-	
	2Б		19,9	22	92	-	4,4	0,13		46	44	-	2	
	1Ос		24,2	22	23	-	2,5	0,07		25	25	-	-	
Итого			-	21	517	107	17,2	0,46		234	164	52	18	
Тип леса – Ельник травяной (Е. тр.)														
2	4Е	85	24,1	22	44	34	5,5	0,13	II	105	54	41	10	ССР-2019, 4,2 га (70 %)
	1П		24,3	20	14	3	2	0,05		29	19	3	7	
	5Б		28,4	21	58	2	7,1	0,21		71	66	3	2	
Итого			-	21	116	39	14,6	0,39		205	139	47	19	
Тип леса – Ельник кисличный (Е. к.)														
3	8Е	71	28,2	22	335	168	20,9	0,23	I	276	115	111	50	ССР-2013, 0,4 га (3 %); ССР-2018, 3,6 га (27 %); ССР-2019, 1,6 га (12 %)
	2П		26,2	22	110	12	5,9	0,14		88	63	2	23	
Итого			-	22	445	180	26,8	0,37		364	178	113	73	
4	7Е	68	20,2	17	132	156	6,7	0,19	II	157	52	79	26	ССР-2018, 6,5 га (28 %)
	3П		17,8	16	74	67	4,1	0,12		73	31	29	13	
Итого			-	17	206	223	10,8	0,31		230	83	108	39	
Контроль														
5	4Е	88	32,7	25	112	16	9,4	0,2	I	153	116	10	27	СР-2015, 12,5 га (34 %); СР-2019, 11,6 га (32 %)
	2П		28,5	22	136	68	8,7	0,21		154	83	31	40	
	3Лп		23,2	19	280	-	11,8	0,29		111	109	-	2	
	1Б		62,0	32	4	-	1,2	0,03		18	18	-	-	
Итого			-	24,4	532	84	31,1	0,73		436	326	41	69	

Карта-схема расположения пробных площадей, заложенных на вырубках

М 1:1 000 000



Распределение запаса деревьев ели на ПП по баллам санитарного состояния,
м³/га/%

№ ПП	Запас деревьев по баллам санитарного состояния											Итого
	1	2	3	4	5	5а	5б	6	6а	6б	7	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тип леса – Ельник зеленомошный (Е. зм.)												
11	<u>155</u> 45,5	<u>12</u> 3,4	<u>17</u> 5,0	-	-	-	-	<u>116</u> 34,1	<u>17</u> 5,0	<u>24</u> 7,0	-	<u>341</u> 100
12	<u>134</u> 20,8	<u>52</u> 8,1	<u>7</u> 1,0	<u>39</u> 6,1	<u>169</u> 26,2	-	-	<u>194</u> 30,2	<u>10</u> 1,5	<u>39</u> 6,1	-	<u>644</u> 100
15	<u>97</u> 42,8	<u>10</u> 4,6	<u>9</u> 3,9	-	-	-	-	<u>78</u> 34,6	<u>9</u> 4,2	<u>22</u> 9,9	-	<u>226</u> 100
18	<u>307</u> 62,0	<u>11</u> 2,2	<u>2</u> 0,4	<u>48</u> 9,7	<u>10</u> 2,0	-	-	<u>76</u> 15,4	<u>5</u> 1,0	<u>36</u> 7,3	-	<u>496</u> 100
23	<u>72</u> 39,8	<u>56</u> 30,9	<u>7</u> 3,9	-	-	-	-	<u>44</u> 24,8	<u>1</u> 0,6	<u>1</u> 0,6	-	<u>181</u> 100
24	<u>179</u> 37,1	<u>117</u> 24,2	<u>21</u> 4,3	<u>7</u> 1,4	-	-	-	<u>139</u> 28,8	<u>4</u> 0,9	<u>16</u> 3,3	-	<u>483</u> 100
26	<u>81</u> 30,9	<u>103</u> 39,3	<u>33</u> 13,0	-	-	-	-	<u>31</u> 11,8	<u>5</u> 1,9	<u>8</u> 3,1	-	<u>262</u> 100
27	<u>7</u> 2,0	<u>152</u> 42,7	<u>37</u> 10,4	-	-	<u>2</u> 0,5	-	<u>143</u> 40,2	<u>13</u> 3,7	<u>2</u> 0,5	-	<u>356</u> 100
28	<u>21</u> 9,2	<u>126</u> 54,5	<u>32</u> 13,9	-	-	-	-	<u>44</u> 19,0	<u>4</u> 1,7	<u>4</u> 1,7	-	<u>231</u> 100
36	<u>3</u> 2,1	<u>41</u> 28,9	<u>79</u> 55,6	-	-	-	<u>1</u> 0,7	<u>12</u> 8,5	<u>5</u> 3,5	<u>1</u> 0,7	-	<u>142</u> 100
37	<u>17</u> 5,1	<u>125</u> 37,4	<u>131</u> 39,2	-	-	-	-	<u>17</u> 5,1	<u>39</u> 11,7	<u>5</u> 1,5	-	<u>334</u> 100
Тип леса – Ельник липняковый (Е. лп.)												
1	<u>23</u> 10,4	<u>6</u> 2,6	<u>13</u> 5,8	<u>1</u> 0,4	<u>11</u> 5,0	-	-	<u>133</u> 60,4	<u>14</u> 6,3	<u>20</u> 9,1	-	<u>220</u> 100
3	<u>19</u> 8,6	<u>8</u> 3,5	<u>13</u> 6,1	-	<u>1</u> 0,5	-	-	<u>80</u> 36,4	<u>7</u> 3,4	<u>91</u> 41,5	-	<u>220</u> 100
5	<u>205</u> 57,8	<u>21</u> 5,9	<u>19</u> 5,4	<u>13</u> 3,8	-	-	-	<u>58</u> 16,4	<u>3</u> 0,8	<u>35</u> 9,9	-	<u>355</u> 100
6	<u>13</u> 2,5	<u>55</u> 10,6	<u>0,5</u> 0,1	-	<u>40</u> 8,3	-	-	<u>284</u> 53,3	<u>133</u> 25,2	-	-	<u>526</u> 100
7	<u>71</u> 38,1	<u>8</u> 6,1	<u>3</u> 1,1	<u>2</u> 0,7	<u>36</u> 19,7	-	-	<u>55</u> 30,0	-	<u>8</u> 4,3	-	<u>183</u> 100
16	<u>166</u> 63,7	<u>22</u> 8,5	<u>14</u> 5,3	-	-	-	-	<u>49</u> 18,7	<u>6</u> 2,3	<u>4</u> 1,5	-	<u>260</u> 100
19	<u>90</u> 37,7	<u>82</u> 34,3	<u>13</u> 5,4	<u>5</u> 2,1	-	<u>2</u> 0,5	-	<u>22</u> 9,2	<u>12</u> 5,0	<u>14</u> 5,8	-	<u>240</u> 100
20	<u>53</u> 55,8	<u>27</u> 28,4	<u>6</u> 6,3	-	-	-	-	<u>6</u> 6,3	<u>3</u> 3,2	-	-	<u>95</u> 100
21	<u>94</u> 62,7	<u>27</u> 18,3	<u>6</u> 4,3	-	-	-	-	<u>22</u> 14,7	-	-	-	<u>149</u> 100
25	<u>107</u> 71,5	<u>34</u> 22,5	<u>3</u> 2,0	-	-	-	-	<u>7</u> 4,0	-	-	-	<u>151</u> 100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
32	$\frac{86}{35,7}$	$\frac{71}{29,8}$	$\frac{7}{3,2}$	-	-	-	-	$\frac{46}{19,4}$	$\frac{8}{3,6}$	$\frac{32}{8,3}$	-	$\frac{252}{100}$
34	$\frac{60}{46,9}$	$\frac{61}{47,6}$	$\frac{2}{1,6}$	-	-	-	-	$\frac{5}{3,9}$	-	-	-	$\frac{128}{100}$
Тип леса – Ельник кисличный (Е. к.)												
2	$\frac{112}{40,6}$	$\frac{52}{18,8}$	$\frac{14}{5,1}$	$\frac{4}{1,4}$	$\frac{7}{2,5}$	-	-	$\frac{70}{25,4}$	-	$\frac{17}{6,2}$	-	$\frac{276}{100}$
4	$\frac{122}{40,5}$	$\frac{10}{3,2}$	$\frac{0,4}{0,1}$	$\frac{5}{1,6}$	$\frac{52}{17,1}$	-	-	$\frac{95}{31,4}$	$\frac{2}{0,6}$	$\frac{17}{5,5}$	-	$\frac{302}{100}$
8	$\frac{68}{24,6}$	$\frac{15}{5,4}$	$\frac{16}{5,8}$	$\frac{16}{5,8}$	$\frac{53}{19,2}$	-	$\frac{5}{1,8}$	$\frac{58}{21,0}$	$\frac{20}{7,3}$	$\frac{25}{9,1}$	-	$\frac{276}{100}$
9	$\frac{25}{8,8}$	$\frac{32}{11,3}$	$\frac{18}{6,5}$	$\frac{12}{4,3}$	$\frac{18}{6,5}$	-	-	$\frac{133}{47,0}$	$\frac{6}{2,1}$	$\frac{38}{13,5}$	-	$\frac{282}{100}$
10	$\frac{67}{16,3}$	$\frac{22}{5,3}$	$\frac{0,2}{0,05}$	$\frac{11}{2,7}$	$\frac{56}{13,6}$	-	-	$\frac{122}{29,5}$	$\frac{67}{16,3}$	$\frac{67}{16,3}$	-	$\frac{412}{100}$
13	$\frac{76}{28,5}$	$\frac{28}{10,5}$	$\frac{6}{2,2}$	-	-	$\frac{6}{2,4}$	-	$\frac{89}{33,4}$	$\frac{13}{5,0}$	$\frac{48}{18,0}$	-	$\frac{265}{100}$
14	$\frac{90}{36,8}$	$\frac{7}{2,9}$	$\frac{3}{1,2}$	$\frac{2}{0,7}$	$\frac{32}{12,9}$	$\frac{0,1}{0,04}$	$\frac{0,4}{0,2}$	$\frac{70}{28,6}$	$\frac{12}{4,9}$	$\frac{29}{11,8}$	-	$\frac{245}{100}$
17	$\frac{215}{58,2}$	$\frac{65}{17,7}$	$\frac{4}{1,1}$	$\frac{12}{3,2}$	-	-	-	$\frac{41}{11,1}$	-	$\frac{32}{8,7}$	-	$\frac{370}{100}$
22	$\frac{228}{78,6}$	$\frac{42}{15,0}$	$\frac{17}{5,9}$	-	-	-	-	$\frac{1}{0,3}$	-	$\frac{1}{0,3}$	-	$\frac{289}{100}$
29	$\frac{27}{11,7}$	$\frac{28}{12,1}$	$\frac{5}{2,2}$	$\frac{14}{6,1}$	$\frac{39}{16,9}$	-	-	$\frac{98}{42,4}$	$\frac{13}{5,6}$	$\frac{7}{3,0}$	-	$\frac{231}{100}$
30	$\frac{182}{60,5}$	$\frac{35}{11,5}$	$\frac{4}{1,2}$	-	-	-	-	$\frac{57}{18,9}$	$\frac{2}{0,7}$	$\frac{21}{6,9}$	$\frac{1}{0,3}$	$\frac{300}{100}$
31	$\frac{77}{32,1}$	$\frac{31}{12,8}$	$\frac{4}{1,6}$	-	-	-	-	$\frac{103}{42,8}$	$\frac{7}{2,8}$	$\frac{18}{7,5}$	$\frac{1}{0,4}$	$\frac{240}{100}$
33	$\frac{17}{11,1}$	$\frac{85}{55,6}$	$\frac{14}{9,2}$	-	-	-	-	$\frac{10}{6,5}$	-	$\frac{27}{17,6}$	-	$\frac{153}{100}$
35	$\frac{76}{45,0}$	$\frac{45}{26,6}$	$\frac{15}{8,9}$	-	-	-	-	$\frac{13}{7,7}$	$\frac{10}{5,9}$	$\frac{10}{5,9}$	-	$\frac{169}{100}$

Распределение количества деревьев ели на ПП по баллам санитарного
состояния, шт/га/%

№ ПП	Количество деревьев по баллам санитарного состояния											Итого
	1	2	3	4	5	5а	5б	6	6а	6б	7	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тип леса – Ельник зеленомошный (Е. зм.)												
11	<u>304</u> 38,3	<u>87</u> 11,0	<u>43</u> 5,4	-	-	-	-	<u>261</u> 32,9	<u>31</u> 3,9	<u>68</u> 8,5	-	<u>794</u> 100
12	<u>300</u> 24,3	<u>63</u> 5,1	<u>25</u> 2,0	<u>50</u> 4,0	<u>212</u> 17,1	-	-	<u>387</u> 31,4	<u>25</u> 2,0	<u>175</u> 14,1	-	<u>1237</u> 100
15	<u>195</u> 39,8	<u>33</u> 6,7	<u>33</u> 6,7	-	-	-	-	<u>137</u> 28,0	<u>21</u> 4,3	<u>71</u> 14,5	-	<u>490</u> 100
18	<u>469</u> 46,8	<u>38</u> 3,8	<u>6</u> 0,6	<u>75</u> 7,5	<u>19</u> 1,9	-	-	<u>219</u> 21,9	<u>44</u> 4,4	<u>131</u> 13,1	-	<u>1001</u> 100
23	<u>157</u> 26,7	<u>187</u> 31,8	<u>47</u> 8,0	-	-	-	-	<u>190</u> 32,4	<u>3</u> 0,6	<u>3</u> 0,6	-	<u>587</u> 100
24	<u>210</u> 22,3	<u>200</u> 21,3	<u>65</u> 6,9	<u>25</u> 2,7	-	-	-	<u>375</u> 39,9	<u>20</u> 2,1	<u>45</u> 4,8	-	<u>940</u> 100
26	<u>90</u> 19,6	<u>163</u> 35,4	<u>73</u> 15,9	-	-	-	-	<u>100</u> 21,7	<u>7</u> 1,5	<u>27</u> 5,9	-	<u>460</u> 100
27	<u>11</u> 1,8	<u>236</u> 40,0	<u>113</u> 19,1	-	-	<u>6</u> 1,0	-	<u>197</u> 33,4	<u>17</u> 2,9	<u>11</u> 1,8	-	<u>590</u> 100
28	<u>17</u> 5,8	<u>121</u> 41,6	<u>64</u> 21,9	-	-	-	-	<u>77</u> 26,5	<u>6</u> 2,1	<u>6</u> 2,1	-	<u>290</u> 100
36	<u>8</u> 4,1	<u>44</u> 22,4	<u>112</u> 57,1	-	-	-	<u>4</u> 2,0	<u>16</u> 8,3	<u>4</u> 2,0	<u>8</u> 4,1	-	<u>196</u> 100
37	<u>16</u> 5,3	<u>76</u> 25,0	<u>152</u> 50,0	-	-	-	-	<u>20</u> 6,6	<u>28</u> 9,2	<u>12</u> 3,9	-	<u>304</u> 100
Тип леса – Ельник липняковый (Е. лп.)												
1	<u>26</u> 8,4	<u>26</u> 8,4	<u>16</u> 5,2	<u>5</u> 1,6	<u>5</u> 1,6	-	-	<u>168</u> 54,4	<u>16</u> 5,2	<u>47</u> 15,2	-	<u>309</u> 100
3	<u>37</u> 7,4	<u>37</u> 7,4	<u>16</u> 3,2	-	<u>4</u> 0,8	-	-	<u>199</u> 39,8	<u>8</u> 1,6	<u>199</u> 39,8	-	<u>500</u> 100
5	<u>209</u> 36,5	<u>118</u> 20,6	<u>36</u> 6,3	<u>9</u> 1,6	-	-	-	<u>127</u> 22,2	<u>9</u> 1,6	<u>64</u> 11,2	-	<u>573</u> 100
6	<u>84</u> 17,7	<u>63</u> 13,3	<u>11</u> 2,3	-	<u>53</u> 11,2	-	-	<u>221</u> 46,6	<u>42</u> 8,9	-	-	<u>474</u> 100
7	<u>113</u> 38,3	<u>66</u> 22,3	<u>9</u> 3,0	<u>5</u> 1,7	<u>14</u> 4,7	-	-	<u>70</u> 23,6	-	<u>19</u> 6,4	-	<u>296</u> 100
16	<u>306</u> 37,7	<u>145</u> 17,9	<u>48</u> 5,9	-	-	-	-	<u>242</u> 29,8	<u>11</u> 1,4	<u>59</u> 7,3	-	<u>811</u> 100
19	<u>63</u> 21,3	<u>83</u> 28,1	<u>70</u> 23,6	<u>6</u> 2,2	-	<u>3</u> 1,1	-	<u>37</u> 12,4	<u>14</u> 4,5	<u>20</u> 6,7	-	<u>296</u> 100
20	<u>45</u> 36,7	<u>38</u> 30,6	<u>25</u> 20,4	-	-	-	-	<u>10</u> 8,2	<u>5</u> 4,1	-	-	<u>123</u> 100
21	<u>85</u> 28,3	<u>55</u> 18,3	<u>80</u> 26,7	-	-	-	-	<u>80</u> 26,7	-	-	-	<u>300</u> 100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	$\frac{108}{71,5}$	$\frac{34}{22,5}$	$\frac{3}{2,0}$	-	-	-	-	$\frac{7}{4,0}$	-	-	-	$\frac{151}{100}$
32	$\frac{86}{35,7}$	$\frac{71}{29,8}$	$\frac{7}{3,2}$	-	-	-	-	$\frac{46}{19,4}$	$\frac{8}{3,6}$	$\frac{32}{8,3}$	-	$\frac{252}{100}$
34	$\frac{60}{46,9}$	$\frac{61}{47,6}$	$\frac{2}{1,6}$	-	-	-	-	$\frac{5}{3,9}$	-	-	-	$\frac{128}{100}$
Тип леса – Ельник кисличный (Е. к.)												
2	$\frac{229}{30,4}$	$\frac{106}{14,1}$	$\frac{31}{4,1}$	$\frac{4}{0,5}$	$\frac{9}{1,2}$	-	-	$\frac{260}{34,6}$	$\frac{4}{0,5}$	$\frac{110}{14,6}$	-	$\frac{753}{100}$
4	$\frac{172}{25,7}$	$\frac{84}{12,5}$	$\frac{4}{0,6}$	$\frac{7}{1,0}$	$\frac{51}{7,6}$	-	-	$\frac{267}{39,9}$	$\frac{4}{0,6}$	$\frac{81}{12,1}$	-	$\frac{670}{100}$
8	$\frac{104}{23,4}$	$\frac{35}{7,9}$	$\frac{29}{6,5}$	$\frac{23}{5,2}$	$\frac{40}{9,0}$	-	$\frac{6}{1,3}$	$\frac{104}{23,4}$	$\frac{29}{6,5}$	$\frac{75}{16,8}$	-	$\frac{445}{100}$
9	$\frac{23}{8,8}$	$\frac{73}{28,1}$	$\frac{23}{8,8}$	$\frac{15}{5,8}$	$\frac{15}{5,8}$	-	-	$\frac{76}{29,2}$	$\frac{8}{3,1}$	$\frac{27}{10,4}$	-	$\frac{260}{100}$
10	$\frac{156}{23,5}$	$\frac{56}{8,4}$	$\frac{11}{1,6}$	$\frac{11}{1,6}$	$\frac{67}{10,0}$	-	-	$\frac{167}{25,0}$	$\frac{89}{13,3}$	$\frac{111}{16,6}$	-	$\frac{668}{100}$
13	$\frac{147}{25,0}$	$\frac{60}{10,2}$	$\frac{20}{3,4}$	-	-	$\frac{7}{1,2}$	-	$\frac{180}{30,8}$	$\frac{53}{9,0}$	$\frac{120}{20,4}$	-	$\frac{587}{100}$
14	$\frac{171}{31,9}$	$\frac{77}{14,3}$	$\frac{9}{1,7}$	$\frac{4}{0,7}$	$\frac{21}{3,9}$	$\frac{4}{0,7}$	$\frac{4}{0,7}$	$\frac{115}{21,4}$	$\frac{30}{5,6}$	$\frac{103}{19,1}$	-	$\frac{538}{100}$
17	$\frac{188}{42,8}$	$\frac{116}{26,4}$	$\frac{20}{4,5}$	$\frac{12}{2,7}$	-	-	-	$\frac{44}{10,0}$	-	$\frac{60}{13,6}$	-	$\frac{440}{100}$
22	$\frac{185}{58,7}$	$\frac{60}{19}$	$\frac{20}{6,4}$	-	-	-	-	$\frac{35}{11,1}$	-	$\frac{15}{4,8}$	-	$\frac{315}{100}$
29	$\frac{110}{22,3}$	$\frac{105}{21,3}$	$\frac{62}{12,6}$	$\frac{10}{2,0}$	$\frac{29}{5,9}$	-	-	$\frac{148}{30,0}$	$\frac{10}{2,0}$	$\frac{19}{3,9}$	-	$\frac{493}{100}$
30	$\frac{136}{42,0}$	$\frac{64}{19,8}$	$\frac{16}{4,9}$	-	-	-	-	$\frac{84}{25,9}$	$\frac{8}{2,5}$	$\frac{12}{3,7}$	$\frac{4}{1,2}$	$\frac{324}{100}$
31	$\frac{109}{28,0}$	$\frac{77}{19,8}$	$\frac{29}{7,5}$	-	-	-	-	$\frac{131}{33,7}$	$\frac{17}{4,4}$	$\frac{20}{5,1}$	$\frac{6}{1,5}$	$\frac{389}{100}$
33	$\frac{28}{17,1}$	$\frac{68}{41,5}$	$\frac{16}{9,7}$	-	-	-	-	$\frac{16}{9,7}$	-	$\frac{36}{22,0}$	-	$\frac{164}{100}$
35	$\frac{160}{36,7}$	$\frac{100}{22,9}$	$\frac{28}{6,4}$	-	-	-	-	$\frac{60}{13,8}$	$\frac{36}{8,3}$	$\frac{52}{11,9}$	-	$\frac{436}{100}$

Лесные выделы зоны хвойно-широколиственных лесов Пермского края,
неоднократно подвергнутые санитарным рубкам

Лесничество	Состав древостоя	Класс возраста	Тип леса	Класс бонитета	Полнога	Вид проведенной рубки	Год проведения рубки	Доля площади, пройденная рубкой, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кишертское	6ЕЗП1Б	5	Е.к.	3	0,6	ВСП	2013	96,5
					0,4	ССР	2017	100
Кишертское	6Е1П1Е1П1Б	6	Е.тр	3	0,6	ВСП	2013	100
					0,4	ССР	2017	61,7
Кишертское	7ЕЗП	3	Е.зм	2	0,7	ССР	2015	17,1
					0,7	ССР	2016	17,1
					0,7	ССР	2017	9,1
					0,7	ССР	2017	23,7
					0,7	ССР	2018	4,6
Кишертское	6ЕЗП1Б	5	Е.к.	2	0,8	ВСП	2016	100
					0,7	ССР	2018	67,6
Кишертское	5Е4П1С	6	Е.к.	3	0,6	ССР	2011	10,9
					0,6	ВСП	2014	3,4
					0,6	ССР	2014	6,4
					0,6	ВСП	2015	20
Кишертское	5Е2П2Е1П	4	Е.к.	2	0,7	ВСП	2012	100
					0,7	ССР	2017	3,3
Кишертское	6ЕЗП1Б	3	Е.зм	2	0,7	ВСП	2012	100
					0,5	ССР	2018	100
Кишертское	5ЕЗС1П1Б	3	Е.зм	2	0,7	ССР	2014	24,7
					0,7	ССР	2017	36,7
Кишертское	3С2Е2Б3Ос	3	С.зм	3	0,6	ВСП	2015	100
					0,4	ССР	2017	50,6
Кишертское	3П2ЕЗБ2Ос+Лп	3	Е.лп	2	0,6	ВСП	2012	100
					0,6	ССР	2016	88,2
Кишертское	6Е2П2С	3	Е.тр	2	0,7	ВСП	2012	21,1
					0,7	ВСП	2017	74,5
Кишертское	4Е2П2С2Б	3	Е.зм	2	0,7	ВСП	2016	49,2
					0,7	ВСП	2017	46,1
Кишертское	5ЕЗП2С	4	Е.к.	2	0,8	ССР	2016	18,7
					0,8	ССР	2017	1,2
					0,8	ССР	2017	27,5
Кишертское	6Е2С2Б	3	Е.к.	1	0,8	ВСП	2011	100
					0,6	ССР	2018	94,7
Кишертское	4ЕЗП1Е1Ос1Б	3	Е.к.	2	0,7	ВСП	2012	49,2
					0,7	ВСП	2017	50,8
Кишертское	5ЕЗС2Е+Б	4	Е.зм.	2	0,8	ВСП	2013	16,2
					0,8	ВСП	2016	43,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Куединское	4ЕЗПЗБ+Б+С	3	Е.лп.	1	0,8	ССР	2016	5,2
					0,8	ССР	2018	100
Куединское	5Е2П2Б1Ос	3	Е.к.	2	0,7	ВСР	2011	100
					0,6	ССР	2015	40,3
Куединское	4Е2П2Ос1Б1Лп	3	Е.лп.	2	0,6	ВСР	2014	100
					0,6	ССР	2016	18,3
Куединское	4Е2П2Б1Ос1Олс	3	Е.к.	2	0,6	ВСР	2011	32
					0,6	ССР	2016	6,5
Куединское	6Е1ПЗБ	3	Е.к.	1	0,5	ССР	2014	20,5
					0,5	ССР	2017	79,5
Куединское	4Е2П2Б1Лп1Ос	4	Е.лп.	2	0,7	ССР	2013	2,8
					0,7	ССР	2014	2,8
					0,7	ССР	2016	3,7
Куединское	3ЕЗП2Б1Ос1Лп	3	Е.лп.	1	0,8	ССР	2013	30
					0,8	ССР	2016	10,8
Куединское	5Е2П1С2Б	4	Е.к.	2	0,6	ССР	2013	73,5
					0,6	ССР	2014	100
Куединское	6Е2П2Б	3	Е.к.	2	0,6	ССР	2013	38,5
					0,6	ССР	2014	100
Октябрьское	8Е1П1Б+Лп	3	Е.к.	2	0,7	ССР	2013	4,7
					0,7	ССР	2016	28,4
Октябрьское	10Е+П	3	Е.зм.	2	0,6	ССР	2014	35,7
					0,6	ССР	2016	64,3
Октябрьское	6ЕЗП1Лп	5	Е.лп.	2	0,6	ВСР	2012	82,2
					0,4	ССР	2017	25,9
Октябрьское	6Е4П+С	3	Е.зм.	2	0,7	ССР	2014	51,4
					0,7	ССР	2016	100
Октябрьское	6Е2П2Б	4	Е.лп.	2	0,4	ССР	2014	37,9
					0,4	ССР	2015	100
Октябрьское	6Е2П2Б	4	Е.лп.	2	0,3	ССР	2014	31,8
					0,3	ССР	2015	100
Октябрьское	5Е1П2Б2Олс	4	Е.тр.	2	0,6	ВСР	2014	96,7
					0,4	ВСР	2018	100
Октябрьское	4Е2П2Е1Б1Лп	4	Е.лп.	2	0,6	ВСР	2014	73,7
					0,5	ССР	2016	51,0
					0,5	ССР	2018	47,6
Октябрьское	4Е2П2Е1Б1Ос	4	Е.к.	2	0,6	ВСР	2014	91,0
					0,5	ССР	2016	28,0
Октябрьское	4Е4Б2Ос	4	Е.к.	2	0,6	ВСР	2016	100
					0,4	ССР	2018	45,0
Октябрьское	5Е1ПЗБ1Олс+Ос+Е	4	Е.тр.	2	0,7	ВСР	2015	99,1
					0,6	ВСР	2018	100
Октябрьское	5Е2П1Е2Б	4	Е.тр.	2	0,6	ВСР	2015	87,5
					0,5	ВСР	2018	100
Октябрьское	6Е2П2Е+Б	4	Е.тр.	2	0,7	ВСР	2015	100
					0,6	ВСР	2018	88,8
Октябрьское	2Е1П2Е2Лп2лп1Б	4	Е.тр.	2	0,6	ВСР	2014	12,6
					0,6	ССР	2017	12,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Октябрьское	7ЕЗП	4	Е.к.	2	0,5	ССР	2013	15,0
					0,5	ССР	2014	85,0
Октябрьское	4Е2П3Е1П+С	4	Е.к.	2	0,7	ССР	2013	9,8
					0,7	ССР	2014	59,1
Октябрьское	6Е2П2Е+Б+Лп	4	Е.к.	2	0,6	ССР	2013	52,3
					0,6	ССР	2014	1,2
Октябрьское	4Е2П2Б1ОС1Лп	4	Е.к.	2	0,6	ВСР	2017	33,3
					0,6	ВСР	2018	33,3
Октябрьское	6ЕЗП1Б	3	Е.лп.	2	0,6	ВСР	2011	80,8
					0,5	ВСР	2018	81,9
Осинское	4Е2П2Б2Лп	4	Е.лп.	2	0,7	ВСР	2017	100
					0,7	ВСР	2018	100
Осинское	5ЕЗП1С1Б	6	Е.зм.	3	0,7	ВСР	2011	100
					0,6	ССР	2016	85,3
Осинское	6ЕЗП1С	5	Е.зм.	3	0,7	ВСР	2011	100
					0,5	ССР	2016	92,0
Осинское	5ЕЗП2С	4	Е.зм.	1	0,6	ВСР	2011	53,6
					0,5	ССР	2015	53,6
Осинское	4Е2Е2С2Б+Ос	3	Е.зм.	2	0,8	ССР	2015	77,5
					0,6	ССР	2018	22,5
Осинское	5Е4П1С	4	Е.зм.	2	0,6	ВСР	2014	100
					0,6	ССР	2018	51,5
Осинское	4Е2П2С1Б1Ос+Е	4	Е.зм.	2	0,7	ВСР	2014	100
					0,6	ССР	2018	25,7
Осинское	4Е2П4С	3	Е.зм.	2	0,7	ВСР	2014	97
					0,6	ВСР	2018	100
Осинское	5ЕЗС2Е	4	Е.зм.	3	0,7	ССР	2014	76,9
					0,7	ССР	2018	23,1
Осинское	6ЕЗС1Ос+Б	5	Е.зм.	3	0,6	ССР	2014	12,5
					0,6	ССР	2018	87,5
Осинское	7Е2С1Б	5	С.зм.	2	0,6	ССР	2014	69,2
					0,6	ССР	2018	30,8
Осинское	4С4Е2Б	5	С.зм.	2	0,6	ВСР	2011	96,9
					0,5	ССР	2018	28,1
Осинское	6С2Е2Б+Ос	4	С.зм.	1	0,7	ВСР	2016	100
					0,6	ССР	2018	8,0
Осинское	8С2Е+Б+Ос	4	С.зм.	2	0,7	ВСР	2014	49,3
					0,7	ВСР	2017	49,3
Осинское	5ЕЗС2Б	4	Е.зм.	1	0,5	ССР	2015	67,8
					0,5	ССР	2016	22,0
Осинское	7Е2П1Б+С	4	Е.к.	1	0,7	ВСР	2012	100
					0,6	ССР	2015	100
Очерское	4С4Е2Ос	4	С.зм.	1	0,7	ВСР	2017	100
					0,7	ССР	2018	100
Очерское	6Е4С	4	Е.зм.	1	0,7	ВСР	2016	100
					0,3	ССР	2019	88,4
Очерское	5Е4С1Б+Ос	4	Е.зм.	1	0,6	ВСР	2016	55,3
					0,6	ССР	2018	55,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Очерское	4Е2П1С2Лп1Б	4	Е.лп.	2	0,6	ВСР	2014	100
					0,6	ССР	2016	100
Очерское	5Е1П1С2Б1Ос	4	Е.к.	2	0,6	ВСР	2014	100
					0,6	ССР	2016	100
Очерское	3Е2П4С1Ос+Е	3	Е.зм.	2	0,8	ВСР	2013	95,7
					0,8	ССР	2015	95,7
Очерское	5Е3С2Ос	4	С.зм.	1	0,7	ВСР	2014	100
					0,5	ССР	2018	100
Очерское	6Е2П2С	4	Е.зм.	1	0,7	ВСР	2015	100
					0,5	ССР	2017	100
Очерское	4Е2П3С1Ос	5	Е.зм.	2	0,6	ВСР	2013	100
					0,6	ССР	2017	39,8
Очерское	6Е2П1С1Ос	4	Е.зм.	1	0,7	ВСР	2015	100
					0,5	ССР	2017	11,2
					0,5	ССР	2019	7,1
Очерское	5Е4П1С	3	Е.зм.	1	0,7	ВСР	2014	100
					0,6	ССР	2017	6,6
Очерское	5Е2П2С1Б	4	Е.зм.	1	0,6	ВСР	2015	100
					0,6	ССР	2017	7,3
Очерское	4Е4П2С	7	Е.к.	3	0,6	ВСР	2015	59,5
					0,6	ВСР	2017	40,5
Очерское	7Е1П2С	7	Е.к.	3	0,6	ВСР	2017	100
					0,2	ССР	2019	43,1
Очерское	6Е2П2С	3	Е.зм.	1	0,8	ССР	2015	14,0
					0,8	ССР	2016	86,0
Очерское	6Е3П1Ос	5	Е.зм.	2	0,6	ССР	2012	17,5
					0,6	ССР	2016	82,5
Очерское	7Е1П1С1Ос	4	Е.зм.	1	0,6	ССР	2015	44,4
					0,6	ССР	2016	55,5
Очерское	9Е1С	4	Е.зм.	1	0,6	ССР	2016	18,7
					0,6	ССР	2018	12,5
Очерское	6П4Е	4	Е.к.	2	0,7	ВСР	2015	100
					0,5	ССР	2019	7,1
Очерское	5Е1П4С	4	Е.к.	2	0,6	ССР	2015	4,2
					0,2	ССР	2019	1,9
Очерское	4Е3П3С+Б	4	Е.к.	2	0,7	ВСР	2014	100
					0,5	ССР	2018	4,1
Очерское	6С3Е1Б	4	С.зм.	1	0,7	ВСР	2012	52,6
					0,7	ССР	2013	73,9
					0,7	ССР	2014	26,1
Очерское	6С2Е1П1Б	4	С.зм.	1	0,6	ССР	2012	57,1
					0,6	ССР	2014	42,9
Очерское	8Е2С	3	Е.зм.	1	0,6	ССР	2018	50,0
					0,4	ССР	2019	4,4
Очерское	4Е3П3Б	4	Е.к.	1	0,7	ВСР	2011	100
					0,7	ССР	2014	31,2
Очерское	4Е3П2Е1П	4	Е.к.	2	0,5	ССР	2014	53,2
					0,5	ССР	2018	46,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Очерское	5Е5П	4	Е.к.	2	0,4	ССР	2014	85,7
					0,4	ССР	2018	14,3
Очерское	7Е3П+Е	4	Е.к.	2	0,4	ССР	2018	10,3
					0,4	ССР	2019	23,3
Очерское	5Е5П+Е	4	Е.к.	2	0,4	ССР	2018	27,1
					0,4	ССР	2019	12,0
Чайковское	5Е2Е1П1С1Б	4	Е.зм.	2	0,6	ССР	2014	37,0
					0,6	ССР	2016	15,1
					0,6	ССР	2017	20,5
Чайковское	3Е1П2Е2Лп2Б	4	Е.лп.	2	0,6	ССР	2013	1,6
					0,6	ССР	2017	27,8
					0,4	ССР	2019	27,5
Чайковское	4Е1П2Е1С2Б	4	Е.к.	2	0,6	ССР	2014	26,1
					0,6	ССР	2015	4,6
					0,6	ССР	2016	15,4
					0,6	ССР	2017	8,5
					0,6	ССР	2018	36,1
Чайковское	4Е1П2Е2Б1Лп	4	Е.лп.	2	0,6	ССР	2017	34,3
					0,3	ССР	2019	32,6
Чайковское	9Е1П+Б	3	Е.зм.	2	0,7	ССР	2013	62,5
					0,7	ССР	2016	34,4
Чайковское	4Е1Е2С1Б2Ос+П	4	Е.к.	2	0,6	ССР	2014	7,0
					0,6	ВСР	2016	100
Чайковское	5Е1П1С3Б+Ос	3	Е.к.	1	0,6	ССР	2014	6,6
					0,6	ССР	2016	6,2
Чайковское	5Е2П2Лп1Б	4	Е.лп.	2	0,6	ССР	2016	19,2
					0,6	ССР	2018	76,9
Чайковское	4Е2П1С3Б	4	Е.тр.	2	0,6	ССР	2016	45,1
					0,6	ССР	2018	44,4
Чайковское	7Е1П1С1Б	3	Е.к.	2	0,6	ССР	2014	43,6
					0,6	ССР	2015	37,3
Чайковское	4Е3С1Б2Б+Ос	4	Е.лп.	1	0,6	ССР	2015	5,2
					0,6	ВСР	2018	24,1
Чайковское	4Е2П2Е2С	4	Е.к.	2	0,6	ССР	2014	12,7
					0,6	ССР	2015	8,5
Чайковское	6Е1П2Б1Ос	3	Е.к.	2	0,6	ССР	2015	40,6
					0,6	ССР	2018	59,4
Чайковское	4Е1П2Е2Б1Лп	3	Е.лп.	2	0,6	ВСР	2015	100
					0,5	ССР	2018	100
Чайковское	4Е2П2Е2С	4	Е.к.	2	0,6	ССР	2015	8,5
					0,3	ССР	2019	36,6
Чайковское	8Е1С1П	6	С.к.	2	0,6	ССР	2014	25,9
					0,6	ССР	2015	74,1
Чайковское	3Е1П2С2Б1Ос1Лп	4	Е.лп.	2	0,6	ССР	2014	5,9
					0,6	ВСР	2018	94,1
Чайковское	4Е1П3Лп2Б	4	Е.лп.	2	0,6	ССР	2014	11,3
					0,6	ВСР	2018	88,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Чайковское	4Е2П2С2Е	4	Е.тр.	2	0,7	ССР	2013	80,0
					0,7	ССР	2014	20,0
Чайковское	6Ос3Е1С	4	С.к.	2	0,7	ССР	2014	8,7
					0,7	ВСР	2018	91,3
Чайковское	8Е1П1С	5	С.к.	2	0,7	ССР	2014	71,4
					0,7	ССР	2018	28,6
Чайковское	5Е2П2Е1С	3	Е.тр.	2	0,6	ССР	2013	7,7
					0,6	ССР	2014	25,4
Чайковское	4Е1П2С2Б1Лп	4	Е.лп.	1	0,6	ВСР	2012	100
					0,6	ВСР	2013	100
Чайковское	4Е2П2Е2Б	5	Е.тр.	2	0,6	ВСР	2013	100
					0,6	ВСР	2019	100
Чайковское	7Б3Е+П+Лп	4	Е.лп.	2	0,6	ССР	2014	2,7
					0,6	ВСР	2017	38,7
Чайковское	5Е1П2Е2Б	4	Е.к.	1	0,7	ССР	2015	22,5
					0,7	ССР	2016	43,2
Чайковское	4Е1П3Б1Ос1Лп	5	Е.лп.	2	0,4	ССР	2014	10,3
					0,4	ССР	2016	2,6
Чайковское	2Е2Е2С2Б2Ос	4	Е.зм.	1	0,6	ВСР	2017	100
					0,6	ССР	2018	100
Чайковское	4Е2П2С2Б+Ос	4	Е.к.	2	0,6	ССР	2016	16,4
					0,6	ВСР	2019	83,6
Чайковское	5Е1П2С2Б	4	Е.к.	1	0,5	ССР	2016	27,8
					0,5	ВСР	2019	72,2
Чайковское	6Е2Б1С1П	4	Е.к.	2	0,6	ССР	2015	27,8
					0,6	ССР	2018	61,1
Чайковское	6Е2П2Ос+Б	3	Е.зм.	2	0,7	ССР	2014	25,0
					0,7	ССР	2017	75,0
Чайковское	6Е2П2Ос+Б	3	Е.зм.	2	0,7	ССР	2014	20,8
					0,7	ВСР	2017	79,2
Чайковское	7Е2П1Ос	3	Е.зм.	2	0,6	ССР	2014	33,6
					0,6	ССР	2017	36,5
Чайковское	3Е1П1С3Б2Ос	4	Е.лп.	2	0,6	ССР	2016	21,5
					0,6	ВСР	2017	50,2
					0,6	ССР	2017	8,9
					0,6	ССР	2018	38,0
Чайковское	5Е2П2Б1Лп	4	Е.лп.	2	0,6	ВСР	2015	100
					0,6	ССР	2017	12,1
Чайковское	3Е1С2Е1П2Б1Ос	5	Е.к.	2	0,5	ССР	2017	65,2
					0,5	ССР	2018	16,4
Чайковское	5Е3П2Б+С+Ос	5	Е.к.	3	0,5	ССР	2016	20,1
					0,5	ССР	2017	4,0
Чайковское	7Е1С2Б+Ос+Лп	5	Е.лп.	2	0,5	ССР	2014	13,8
					0,5	ССР	2016	6,0
					0,5	ССР	2017	14,9
Чайковское	6Е1С2Б1Ос	5	Е.к.	2	0,6	ССР	2014	12,8
					0,6	ССР	2017	22,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Чайковское	6Е3П1Б+С	5	Е.к.	2	0,6	ССР	2014	3,4
					0,6	ССР	2017	60,9
Чайковское	2Е2П2Е1П2Б1Ос	6	Е.к.	3	0,5	ССР	2016	4,8
					0,5	ССР	2018	14,3
Чайковское	6Е2С2Б	5	Е.тр.	2	0,6	ССР	2015	23,2
					0,6	ССР	2016	5,4
Чайковское	7Е1С2Б+Ос+Лп	5	Е.лп.	2	0,5	ССР	2014	13,8
					0,5	ССР	2016	6,0
Чайковское	5Е3С2Б+П+Ос	5	Е.к.	2	0,6	ССР	2015	51,3
					0,6	ССР	2016	5,5
Чайковское	8Е1П1Б	3	Е.тр.	2	0,5	ССР	2014	43,7
					0,5	ССР	2015	56,3
Чайковское	8Е1П1С	5	Е.к.	2	0,6	ССР	2014	53,6
					0,6	ССР	2015	16,4
Чайковское	7Е3П+Б+С	5	Е.к.	2	0,6	ССР	2015	41,9
					0,6	ССР	2018	58,1
Чайковское	5Е2П2С1Б+Ос	3	Е.зм.	2	0,7	ССР	2014	84,6
					0,7	ССР	2018	6,1
Чайковское	8Е2П+Б+С	4	Е.зм.	2	0,6	ССР	2014	46,3
					0,6	ССР	2018	46,3
Чайковское	8Е1П1С+Б	5	Е.к.	3	0,6	ССР	2013	35,7
					0,6	ССР	2016	42,8
Чайковское	4С2Е1П3Б+Ос	3	С.зм.	2	0,7	ССР	2013	22,4
					0,7	ВСР	2014	100
Чайковское	7Е3С+Б	4	Е.зм.	2	0,7	ССР	2013	27,8
					0,7	ССР	2014	72,2
Чайковское	6Е2П1С1Б	4	Е.к.	2	0,6	ССР	2013	17,6
					0,6	ССР	2014	82,4
Чайковское	7Е3С+Б	4	Е.зм.	2	0,7	ССР	2012	16,7
					0,7	ССР	2014	83,3
Чайковское	5Е1П3С1Б	3	Е.зм.	2	0,6	ССР	2013	21,0
					0,6	ССР	2014	79,0
Чайковское	5Е2С2Б1Ос	4	Е.зм.	2	0,6	ССР	2013	8,7
					0,6	ССР	2014	33,0
					0,6	ВСР	2014	58,3
Чайковское	6Е3С1Б	4	Е.зм.	1	0,7	ССР	2012	37,5
					0,7	ССР	2013	62,5
Чайковское	3Е1П2С3Б1Ос	4	Е.зм.	2	0,6	ВСР	2012	100
					0,6	ССР	2013	45,5
Чайковское	3Е1П1С3Б2Ос	4	Е.лп.	2	0,6	ВСР	2011	100
					0,6	ССР	2013	9,9