

Всероссийский научно-исследовательский институт
лесоводства и механизации лесного хозяйства (ФБУ ВНИИЛМ)

На правах рукописи

Малахова Екатерина Геннадьевна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
В ЕЛОВЫХ ЛЕСАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

06.03.02 - лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научные руководители:
д-р биол. наук, ст. науч. сотр.
Желдак Владимир Иванович
канд. биол. наук, ст. науч. сотр.
Лямцев Николай Иванович

Пушкино – 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	11
ГЛАВА 1. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	11
1.1 Объекты и район исследования	11
1.2 Методика и объем работы	15
1.2.1 Методика работы	15
1.2.2 Объем работ.....	30
ГЛАВА 2. КОМПЛЕКС ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ, НЕГАТИВНО ВЛИЯЮЩИХ НА СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	31
2.1 Состояние ельников в Московской области с 1987 по 1993 гг.	37
2.2 Усыхание ельников с 2009 по 2010 гг.....	39
2.2.1 Данные отраслевой отчетности	39
2.2.2 Причины ослабления ельников перед засухой 2010 года по данным постоянных пунктов наблюдений.....	41
2.3 Влияние погодных условий на устойчивость ельников.....	44
2.4 Развитие вспышек массового размножения короеда-типографа в лесах Московской области	47
ГЛАВА 3. САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	56
3.1 Динамика санитарного состояния ельников в преддверии массового ослабления 2010 года	56
3.2 Санитарное состояние ельников с 2009 по 2012 гг.	66
3.3 Количественные характеристики деревьев ели на постоянных пунктах наблюдений.....	75
ГЛАВА 4. ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЕЛЬНИКОВ....	79

4.1	Пространственно-временные закономерности усыхания еловых лесов	82
4.2	Пространственные характеристики очагов короеда-типографа и их взаимного расположения.....	86
ГЛАВА 5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА.....		93
ГЛАВА 6. АНАЛИЗ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ.....		100
6.1	Анализ проводимых мероприятий по защите ельников	100
6.2	Динамика значений таксационных показателей поврежденных ельников в разных фазах развития очагов типографа.....	109
ГЛАВА 7. ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ЕЛЬНИКОВ.....		118
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		138
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....		142
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ.....		142
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....		144
ПРИЛОЖЕНИЯ.....		162
Приложение А		162
Приложение Б		163
Приложение В.....		164
Приложение Г		166
Приложение Д.....		173
Приложение Е		174
Приложение Ж.....		177

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Лесопатологический мониторинг и санитарно-оздоровительные мероприятия являются важнейшими составляющими обеспечения санитарной безопасности в лесах России [15, 47]. Осуществление лесоводственной профилактики и своевременное выявление повреждений, прежде всего, необходимо для предотвращения катастрофических усыханий ельников, из которых наиболее масштабные отмечены в европейской части России. В результате ведения наземного и дистанционного лесопатологического мониторинга накоплен большой объем информации о санитарном состоянии лесов. Однако детальная оценка точности и информативности применяемых методов, и показателей состояния насаждений не проводилась. Актуальным остается вопрос объединения различных способов лесопатологического мониторинга и использования информации для совершенствования системы мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов. Мало примеров наглядной и эффективной интеграции данных наблюдений из разных источников при статистическом и геоинформационном анализе. Ведение дистанционного мониторинга в лесах, создание баз данных, визуализация результатов наблюдений в геоинформационных системах также осуществляются недостаточно быстро. Необходима постоянная оптимизация комплекса мер по оздоровлению и повышению устойчивости лесных биоценозов; разработка и совершенствование взаимосвязанной системы наблюдений, сбора, хранения, поэтапной обработки данных, прогноза развития санитарной ситуации и оперативного принятия решений по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий.

Для решения этих задач объектом исследования были выбраны еловые леса Московской области, в которых в 2010 г. началось масштабное усыхание. Их периодические массовые усыхания наносят серьезный ущерб, снижая ресурсный и экологический потенциал лесных экосистем. Повышение устойчивости лесов,

минимизация ущерба от потерь ценной древесины и ухудшения экологических функций невозможно без системного проведения лесоводственных мероприятий.

Степень научной разработанности темы высока. Она основывается на фундаментальных работах А.И. Воронцова, О.А. Катаева, В.А. Липаткина, Е.Г. Мозолева, А.Д. Маслова, и отражена в основных инструкциях и руководствах по мониторингу лесов.

Совместному применению наземного и дистанционного способов наблюдения за лесами уделяли внимание Н.В. Девятова, Д.В. Ершов, В.М. Жирин, А.С. Исаев, В.И. Сухих. Их работы в значительной мере способствовали изучению использования космических снимков при выявлении повреждений насаждений и внедрению геоинформационного анализа данных. При оценке риска повреждения насаждений дистанционные методы были ведущими в работах зарубежных авторов: L. Fahse, M. Heurich, M. Kautz, A. Lauscha, M. Overbeck, M. Schmidt, B. Wermelinger и др.

Изучению периодических усыханий ельников посвящены работы С.А. Дыренкова, О.А. Катаева, Б.И. Ковалева, Ю.И. Манько, А.Д. Маслова. Характер реакции ельников на факторы негативного воздействия был предметом исследований А.В. Абражко, Ю.Г. Богатырева, А.В. Букася, Н.Н. Выгодской, В.С. Ключева, С.А. Короткова, Л.С. Матусевич, А.Я. Орлова. Лесоводственные мероприятия по защите и воспроизводству ельников изучены С.А. Дыренковым, В.И. Желдаком, В.Н. Кухтой.

При исследовании причин усыхания ели накоплен обширный материал. Вместе с тем окончательно не решены вопросы оперативного выявления повреждений еловых насаждений и оценки их санитарного состояния. Подвергается дискуссии применение выборочного метода наземных обследований на основе стратификации и информативность показателей санитарного состояния. Нуждаются в оптимизации трудозатраты при выполнении натурных работ: количество постоянных пунктов наблюдений, обследуемых ежегодно, периодичность обследований. Недостаточно четко изложена методика ведения мониторинга при интеграции наземных и дистанционных методов наблюдений. Отсутствуют в необ-

ходимом объеме материалы стационарных наблюдений. Комплекс причин повреждения (усыхания) насаждений в каждом случае индивидуален и требует подробного изучения. В работах многих авторов статистически не оценены используемые показатели санитарного состояния еловых древостоев. Учитывая особенности содержания лесов и закономерности усыхания ельников, не уточнен комплекс мероприятий содержания и выращивания ельников.

Цели и задачи исследования. Цель работы – совершенствование лесоводственных мероприятий и системы защиты лесов для профилактики очагов массового усыхания еловых насаждений с использованием наиболее информативных показателей оценки санитарного состояния насаждений и интеграции разных методов лесопатологического мониторинга.

В соответствии с поставленной целью задачи исследования включали:

1. Количественную оценку и описание воздействия экологических факторов на еловые древостои.
2. Оценку санитарного состояния ельников на постоянных пунктах наблюдений в Московской области в 2009 – 2012 гг.; проведение анализа информативности и точности показателей санитарного состояния насаждений.
3. Анализ данных дистанционного мониторинга для характеристики распространения очагов; выявления особенностей пространственно-временной динамики усыхания ели, лесотипологической приуроченности очагов.
4. Оценку влияния проводимых лесоводственных, в т. ч. санитарно-оздоровительных мероприятий, на состояние ельников.
5. Разработку обоснованных предложений по совершенствованию лесопатологического мониторинга и лесоводственных мер по защите и воспроизводству еловых лесов.

Научная новизна. Уточнены основные причины и особенности ослабления и усыхания ельников в Московской области в 2009 – 2012 гг., отражающие тенденции деградации насаждений в 2013 и 2014 гг. Дана количественная оценка этапов развития очагов короэда-типографа. Конкретизированы закономерности пространственно-временной динамики усыхания ельников на основе анализа лесотипологической (лесотаксационной) приуроченности очагов. Предложена классификация очагов усыхания ели в зависимости от типа их распространения и вза-

имного расположения. Дана количественная характеристика процесса усыхания ельников Московской области, используя территориальные единицы разного уровня (постоянные пункты наблюдений, лесничества), разные методы мониторинга. Разработан комплекс научно-обоснованных предложений по совершенствованию системы профилактических лесоводственных мероприятий, обеспечивающих при их реализации повышение устойчивости ельников и снижение отрицательных последствий патологических явлений.

Теоретическая и практическая значимость. Получены оценки санитарного состояния ельников Московской области и площади очагов короёда-типографа в 2009 – 2012 гг. Определена точность и информативность показателей санитарного состояния насаждений. Установлено оптимальное количество пунктов, необходимых для получения достоверных данных, в зависимости от фазы развития очагов усыхания. Определена угроза заселения типографом жизнеспособных деревьев ели. Получены характеристики усыхания насаждений (количество, площади, темпы распространения) по материалам дистанционного мониторинга. Предложена схема интеграции данных оперативной отчетности по лесопатологическому мониторингу, наземного и дистанционного мониторинга. Предложена методика геоинформационного анализа развития очагов усыхания еловых насаждений с использованием данных дистанционного мониторинга, лесотаксационных характеристик насаждений. Разработаны предложения по совершенствованию системы лесоводственных мероприятий, обеспечивающих повышение санитарной безопасности в еловых лесах.

Методология и методы исследования. Научная методология диссертации базируется на системном подходе к наблюдениям за санитарным состоянием ельников и комплексном рассмотрении процесса их усыхания, проводимых лесохозяйственных мероприятий, с использованием разных источников информации. При исследовании изучены труды и опыт отечественных и зарубежных ученых по вопросам лесопатологического мониторинга, усыхания ельников, содержания и формирования устойчивых еловых древостоев. В качестве методов использованы

статистический анализ, пространственный анализ в геоинформационных системах, методы сравнения, наблюдений, индукции, причинно-следственного анализа.

Личный вклад автора. Постановка цели и задач научной работы, выбор методики и обработка данных, формулировка и представление результатов исследований выполнены лично автором. Сбор полевых данных в составе экспедиции ФБУ «Рослесозащита», дешифрирование космических снимков и выявление участков усыхания ели, разработка методики анализа данных мониторинга в геоинформационной среде, подготовка публикаций, в которых отражены основные выводы и рекомендации работы, выносимые на защиту, выполнены при непосредственном участии или лично автором.

Положения, выносимые на защиту.

1. Количественные оценки и особенности воздействия экологических факторов при крупномасштабном усыхании ельников.
2. Оценка санитарного состояния ельников Московской области, точности и информативности показателей санитарного состояния насаждений.
3. Закономерности пространственно-временной динамики усыхания ельников, лесотипологическая приуроченность очагов короеда-типографа.
4. Результаты оценки проведения лесохозяйственных мероприятий в Московской области и их влияния на усыхание насаждений.
5. Предложения по оптимизации системы лесопатологического мониторинга и лесоводственных (включая лесозащитные) мероприятий, обеспечивающих улучшение состояния и повышение устойчивости ельников.

Степень достоверности и апробация результатов. Системный подход к получению материалов с помощью сочетания дистанционных и наземных методов обследования лесов, использование современного программного обеспечения, статистического анализа для обработки и обобщения литературных и экспериментальных данных обеспечивает обоснованность и достоверность результатов исследований. Выводы основаны на большом фактическом (экспериментальном) материале: в течение четырех лет проведено 236 учетов на постоянных пунктах наблюдений. Проанализированы космические снимки Landsat на площади 1,8 млн га.

Материалы диссертации были доложены на XI Международной конференции молодых ученых «Леса Евразии – Брянский лес», (12 – 18 сентября 2011 г., г. Брянск), Всероссийской конференции с международным участием «Болезни и вредители в лесах России: век XXI» (20 – 24 сентября 2011 г., г. Екатеринбург), Международной конференции «Научные проблемы охраны и использования природных ресурсов России» (17 – 23 мая 2012 г., г. Самара), XIV съезде Русского энтомологического общества» (27 августа – 1 сентября 2012 г., г. Санкт-Петербург), научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ за 2012 г. во МГУЛ (15 февраля 2013 г., г. Мытищи), V Всероссийской конференции (с международным участием) «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии» (22 – 24 апреля 2013 г., г. Москва), конференции «Усовершенствование системы защиты лесов от вредных организмов: инновации, качество, ответственность» (10 апреля 2013 г., г. Москва), Международной конференции «VII Чтения О.А. Катаева. Вредители и болезни древесных растений России» (25 – 27 ноября 2013 г., г. Санкт-Петербург), IV Международной научно-практической конференции «Инновации и технологии в лесном хозяйстве» ITF-2014 г. (27 – 28 мая 2014 г., г. Санкт-Петербург). Также результаты диссертации были представлены на Конкурсе научных и опытно-исследовательских проектов аспирантов, молодых ученых научно-исследовательских институтов и студентов государственных образовательных учреждений среднего профессионального образования, находящихся в ведении Рослесхоза, в 2012 – 2014 гг. и отмечены призовыми местами. Практическое внедрение проходило в Бородинском лесничестве Московской области, ФБУ «Рослесозащита», ФАУ ДПО ВИПКЛХ (Приложение Е).

По результатам диссертации опубликовано 17 работ, в том числе – 6 в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Результаты исследований были включены в годовой отчет «Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Московской области в 2012 г. и прогноз лесопатологической ситуации на 2013 г.».

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы (159 источников, из которых – 33 иностранные). Текст работы включает 177 страниц, содержит 44 рисунка, 20 таблиц и 7 приложений.

Благодарности. Автор выражает благодарность научному руководителю кандидату биологических наук Лямцеву Николаю Ивановичу, научному руководителю, доктору биологических наук Желдаку Владимиру Ивановичу за помощь в постановке цели и задач исследования и постоянное внимание к работе, коллективу ФБУ ВНИИЛМ: доктору сельскохозяйственных наук Родину Сергею Анатольевичу, кандидату биологических наук Маслову Алексею Дмитриевичу, кандидату биологических наук Комаровой Ирине Александровне, кандидату биологических наук Гниненко Юрию Ивановичу, кандидату сельскохозяйственных наук Сидоренкову Виктору Михайловичу, проректору по УМР ФАО ДПО ВИПКЛХ кандидату сельскохозяйственных работ Вуколовой Ирине Александровне за помощь, оказанную при работе над диссертацией, коллективу ФБУ «Рослесозащита»: заместителю директора, кандидату биологических наук Тузову Василию Константиновичу, начальнику полевой экспедиции Леонову Дмитрию Сергеевичу, Крылову Александру Михайловичу за помощь в организации полевых исследований, начальнику информационно-аналитического отдела, кандидату биологических наук Бабуриной Александре Георгиевне и сотрудникам московского отдела защиты леса за предоставленные информационные материалы, Леоновой Галине Серафимовне, Тараскину Евгению Григорьевичу, Виноградову Андрею Владимировичу, Бельшеву Александру Александровичу за помощь в проведении полевых работ, коллективу Московского Государственного Университета леса: доктору биологических наук Мозолевской Екатерине Григорьевне, доктору биологических наук Чумаченко Сергею Ивановичу, сотрудникам кафедры лесоводства и подсочки леса.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

ГЛАВА 1. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Объекты и район исследования

Московская область расположена в центре Восточно-Европейской (Русской) равнины в междуречье Оки и Волги – крупнейших рек региона, между 54° и 57° северной широты и 35° и 40° восточной долготы. Ее территория составляет 45,8 тыс. км².

Московская область граничит с семью областями: на юге – с Тульской, на юго-западе – с Калужской, на западе – со Смоленской, на северо-западе и севере – с Тверской, на северо-востоке – с Ярославской, на севере и северо-востоке – с Владимирской, на юго-востоке – с Рязанской.

Рельеф области большей частью равнинный. Западную часть занимают холмистые возвышенности (высота над уровнем моря более 160 м), восточную – обширные низменности.

На юге области находится холмистая Москворецко-Окская равнина, с максимальной высотой над уровнем моря (255 м) в районе г. Москвы, с четко выраженными (особенно в южной части) речными долинами. В ее пределах изредка встречаются карстовые формы рельефа, которые особенно распространены в районе г. Серпухова.

На крайнем юге области, за р. Окой, располагаются высокие (в среднем более 200 м, максимальная высота – 238 м) северные отроги Среднерусской возвышенности с многочисленными оврагами и балками [89].

Географическое положение Московской области – центр Русской равнины, что относится к Восточноевропейскому району Атлантико-континентальной области. Значительную часть года из Атлантики поступают воздушные массы, не-

сущие влагу и определяющие климат региона. Преобладают ветры западного направления. Зимой они приносят много снега, защищающего почву от вымерзания, летом – дождей, обеспечивающих достаточную влажность почвы. Антициклоны холодной половины года (ноябрь-апрель) чаще образуются в области высокого давления в Сибири. Периодически преобладает влияние Северного Ледовитого океана в виде воздушных масс с низкой температурой воздуха. Средняя температура января в Московской области составляет $-10 - -11$ °С, апреля – $3,5 - 4$ °С, июля – $17,5 - 18,5$ °С, октября – 4 °С. Средняя продолжительность вегетационного периода, когда значения среднесуточных температур превышают 5 °С, составляет около 6 месяцев, средняя продолжительность безморозного периода – 125 дней. Среднегодовое количество осадков – $550 - 600$ мм, причем большая часть их выпадает в теплое время года [114].

Неустойчивость режимов температуры и количества осадков, которая характеризуется чередованием жарких и сухих летних периодов с более дождливыми, а мягких зим с очень холодными и малоснежными, – типичная особенность климата Московской области. Здесь часто возникают летние засухи, характеризующиеся высокой температурой воздуха и малым количеством осадков. В такие периоды происходит ослабление ельников, особенно приспевающих и спелых.

Сильное разрушительное локальное влияние оказывают ветры, возникающие чаще всего в раннелетние или осенние периоды. Они полосами шириной иногда до 100 м и более, вываливают деревья, ломают стволы, способствуют более раннему распаду взрослых еловых насаждений. Такие вихри возникали 7 июня 1900 г., 29 июня 1924 г., в 1927, 1937, 1982, 1984 гг., чаще всего весной [111].

Московская область располагается на границе лесной и лесостепной зон, на стыке трех природных областей: таежной, широколиственной и степной. На севере области (на территории Верхневолжской низменности), а также в ее западной части (на территории Можайского, Лотошинского и Шаховского районов) наиболее распространены хвойные леса, преимущественно ельники. Леса Мещеры состоят из сосновых насаждений, в заболоченных низинах встречаются отдельные

ольховые леса. Центральная и восточная части области принадлежат району хвойно-широколиственных лесов. Здесь основные лесообразующие породы – ель, сосна, береза, осина. Среди подлеска господствует лещина (лесной орех). Для этой зоны характерны травы как хвойных, так и широколиственных лесов. Москворецко-Окская возвышенность – переходная зона. Для нее характерны еловые насаждения, например, в верховьях р. Лопасни, в долине р. Оки – сосновые боры степного типа. Крайний юг области (Зарайский, Каширский и Серебряно-Прудский районы) находится в лесостепной зоне. Все участки степи распаханы, они почти не сохранились даже фрагментарно. В пределах лесостепной зоны изредка встречаются липовые и дубовые рощи. В породном составе лесов области по площади доминируют мягколиственные породы, на долю которых приходится 56,2 % покрытых лесной растительностью земель, хвойные занимают 42,0 %, твердолиственные – 1,8 %.

Основными лесообразующими породами являются: береза – 37,6 %, ель – 25,9 %, сосна – 21,2 %, осина – 9,1 %, дуб – 1,9 %, ольха серая – 1,7 %, ольха черная – 1,6 %, липа – 0,7 %, остальные породы – 0,3 %.

На долю спелых и перестойных древостоев приходится 24,5 % покрытых лесом площадей. Приспевающие насаждения занимают 19,0 %, средневозрастные – 41,2 %, молодняки – 15,3 % лесопокрытых площадей. На долю спелых лесов доминирующего мягколиственного хозяйства приходится 36,0 % покрытых лесом площадей.

Производительность преобладающей части насаждений высокая – около 89 % лесопокрытых площадей – характеризуется I-м и II-м классами бонитетов. С учетом наиболее производительных I а и I б классов бонитета, их доля в лесном фонде составляет 94 %. На долю насаждений, характеризующихся III и IV классами бонитетов, приходится чуть больше 5,1 и 0,9 % соответственно. Древостои V-го класса бонитета и ниже занимают 0,5 % лесопокрытой площади. Средневзвешенный класс бонитета для всей совокупности насаждений равен I,3; по насаждениям хвойного хозяйства – I,2; по мягколиственному хозяйству – I,5.

В Московской области тип леса зависит от условий местопроизрастания. В лесном фонде Московской области преобладают 2 группы леса: черничная, распространенная в типах лесорастительных условий $A_3 - B_3$, занимающая 49,6 % покрытых лесом земель, и сложная, распространенная в типах лесорастительных условий $B_2 - B_3$ и $C_2 - C_3$, занимающая 39,4 % покрытых лесом земель. Насаждения этих двух групп типов леса, как коренных сосновых и еловых лесов, так и производных мягколиственных, характеризуются высокой производительностью от Ia до II классов бонитетов, сложным составом и строением. Брусничные (A_2 и B_2) и лишайниковые (A_1) типы леса занимают 1,1 % покрытых лесом земель и встречаются в основном в восточных и юго-восточных районах области. Приручьевая группа лесов (B_4 и C_4) занимает 5,5 %, долгомошная ($A_4 - B_4$) – 3,5 %.

Согласно Обзорам [87, 91] площадь еловых лесов в Московской области составляет около 20 % от общей площади лесного фонда, среди них встречаются все группы возраста.

С 2008 по 2012 гг. их площадь сократилась на 16 тыс. га или 4 % от площади ельников в 2008 г. (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Распределение площади еловых насаждений Московской области по группам возраста в 2008 – 2012 гг. (без учета «сельских» лесничеств)

Порода	Год	Общая площадь, га	в том числе по группам возраста			
			молодняки	средневозрастные	приспевающие	спелые и перестойные
Ель	2008	415300	156300	83100	99300	76700
	2012	399870	147580	88363	97601	66326

Как видно из таблицы 1.1, в 2012 г. молодняки составляли 36,9 % от общей площади ельников (37,6 % в 2008 г.), средневозрастные – 22,0 % (20,0 %), приспевающие – 24,4 % (23,9 %), спелые и перестойные – 16,6 % (18,5 %). Доля средневозрастных насаждений увеличилась на 2 %, доля приспевающих ельников – на 0,5 %, уменьшилась доля спелых и перестойных на 1,9 %. Данные свидетельствуют, что в Московской области к концу 90-х годов произошло значительное накопление приспевающих, спелых и перестойных ельников, потенциально вос-

приимчивых к воздействию погодных и биотических факторов среды. Все леса в Московской области относятся к защитным, и рубки главного пользования в них не ведутся. Учитывая климатические условия, границы ареала произрастания, ельники Московской области нуждаются во всестороннем, постоянном наблюдении за их устойчивостью к воздействию экологических факторов и оптимизации мероприятий по защите, охране и воспроизводству лесов.

1.2 Методика и объем работы

1.2.1 Методика работы

При исследовании процесса деградации еловых насаждений были уточнены причины ослабления и усыхания ельников Московской области в 2009 – 2012 гг. Для выявления повреждающих факторов использованы собственные экспериментальные данные, результаты учетов на постоянных пунктах наблюдения, а также формы оперативной отчетности по государственному лесопатологическому мониторингу (1-ОЛПМ, 2-ОЛПМ и 1-6 ЛПМ, 4-ДЛР), а также Обзоры санитарного и лесопатологического состояния лесов Московской области и прогноза лесопатологической ситуации [87 – 91], составляющие информационную основу лесопатологического мониторинга.

Анализ литературных источников и отчетов экспедиций [97 – 104] проведен с целью определения основных факторов внешней среды, негативно повлиявших на ельники в прошлые периоды. Отдельно было изучено воздействие погодных явлений и очагов короеда-типографа на усыхание ельников. Проанализированы данные метеостанции на ВВЦ для оценки погодных условий (температурного режима, количества осадков, засухи) с 1991 по 2012 гг. Для определения влияния засухи был использован гидротермический коэффициент (ГТК), предложенный Г.Т. Селяниновым. Он представляет собой отношение количества осадков (мм) за период времени с температурами воздуха выше 10 °С, к сумме активных (выше 10

°С) температур за тот же период, который предполагается пропорциональным расходу влаги на испарение.

$$A_r = \frac{P \times 10}{\sum t} \quad (1.1);$$

где P – годовая сумма осадков для данного места, мм; $\sum t$ – сумма среднесуточных температур выше 10 °С, °С; A_r – гидротермический коэффициент. Недостаток влаги определяется при значении ГТК 1,0 – 1,3, дефицит – при ГТК равном 1,0 или менее.

Влияние популяции короеда-типографа на усыхание ельников Московской области в прошлые периоды изучено по литературным источникам, Обзорам [92, 93], и проведено сравнение предыдущей вспышки массового размножения типографа в 1999 – 2002 гг. с нынешней. Для определения фаз развития очагов короеда-типографа использованы основные популяционные показатели:

- величина отпада, или количество заселенных короедом деревьев (%);
- энергия размножения – отношение численности молодого поколения жуков к родительскому;
- район поселения (м);
- плотность поселения (число маточных ходов или брачных камер на 1 кв. дм.);
- продукция – численность молодого поколения (шт./кв.дм.).

Обработка данных по модельным деревьям проведена с помощью методов, изложенных в методических указаниях [75]. Приведены данные феромонного надзора ФБУ «Рослесозащита».

На основе учетов на постоянных пунктах наблюдений определена угроза заселения типографом жизнеспособных деревьев ели 1-3 категорий состояния. Для лесничеств, где развиваются хронические, локальные очаги типографа, можно рассчитать угрозу заселения деревьев стволовыми вредителями по формуле:

$$N = N_1 \times V_1 + N_2 \times V_2 + N_3 \times V_3 \quad (1.2),$$

где N – количество заселенных деревьев, N_1, N_2, N_3 – количество деревьев 1-3 категорий состояния, V_1, V_2, V_3 – вероятность заселения вредителями [55]. Путем

анализа данных перечета 265 деревьев в Клинском лесничестве в 2010 – 2012 гг. рассчитана угроза заселения типографом деревьев ели для фаз роста и максимальной численности популяции вредителя.

Оценка состояния еловых насаждений была проведена на основе показателей санитарного состояния насаждений. Общие методы наблюдения за лесами изложены в работах О.А. Катаева [28], Е.Г. Мозолевской и др. [80], А.И. Воронцова и др. [11]. На основе анализа научных и производственных данных созданы инструкции и руководства по обследованию лесов и ведению лесопатологического мониторинга [74 – 76, 85, 112, 113].

Санитарное состояние насаждений – это характеристика, учитывающая соотношение деревьев разных категорий состояния, данные о доле или запасе сухостоя и валежника, данные о характере их распределения в насаждении [76]. Для организации системы наблюдений за лесами в качестве источников информации используются постоянные пункты наблюдений в насаждениях основных лесообразующих пород, где по единой методике с определенной периодичностью производятся учеты [11]. В Московской области сеть постоянных пунктов наблюдений была заложена по методу стратификации в 2007 и 2008 гг. для комплексной оценки динамики состояния древостоев. Страты – группы насаждений, однородных по главной породе и ее доле в составе древостоя, возрасту, полноте, бонитету. Выборочный метод наблюдений является основой лесопатологического мониторинга и лесопатологических обследований с целью определения санитарного состояния насаждения.

Накопленный в течение пяти лет объем данных лесопатологического мониторинга позволил провести анализ методики учетов на постоянных пунктах наблюдений, статистический анализ значений применяемых показателей санитарного состояния насаждений на примере усыхания еловых древостоев.

На первом этапе исследования рассмотрено использование показателей санитарного состояния в разных пространственных масштабах: отдельных деревьев ели и древостоя. При наблюдении за состоянием лесов применяется комплекс индикаторов и показателей состояния на различных уровнях организации системы:

дерево, древостой и экосистема в целом [79]. Наиболее полно обзор различных шкал оценки состояния насаждений изложен в статье А.Д. Маслова [66], где подчеркивается, что в последнее время шкала категорий состояния слишком упрощена и учитывает только состояние кроны. Это влечет за собой массу ошибок. Так, в очаге развития популяции короеда-типографа заселение деревьев часто происходит настолько стремительно, что крона остается еще некоторое время зеленой, а проводящая система ствола уже повреждена жуком, кора отслаивается, что создает трудности при определении состояния ели. Дерево фактически нежизнеспособно и должно быть вырублено, потому что становится источником заражения для других жизнеспособных деревьев. По действующему практическому Руководству [113] категория состояния такого дерева нередко определяется по кроне как 2 или 3 категории состояния, и дерево не может быть вырублено. Поэтому в практических инструкциях должны учитываться специфика обследования разных патологических явлений с учетом экологических и биологических свойств воздействующих факторов.

Для оценки санитарного состояния деревьев использована 6-балльная шкала категорий состояния [107]. В ней выделены следующие категории: 1 – без признаков ослабления, 2 – ослабленные, 3 – сильно ослабленные, 4 – усыхающие, 5 – сухостой текущего года (свежий сухостой), 6 – сухостой прошлых лет (старый сухостой).

Категория состояния древостоя – интегральная балльная глазомерная оценка состояния деревьев по комплексу визуальных признаков (густоте и цвету кроны, наличию и доле усохших ветвей в кроне, состоянию коры и др.). Первые три категории состояния насаждений характеризуют внешне жизнеспособные растения. Первая категория состояния «без признаков ослабления» описывает деревья без повреждений и значительных дефектов. Вторая категория состояния учитывает реакцию дерева на кратковременное воздействие негативных факторов, проявляющееся в виде дехромации, дефолиации кроны. Третья категория состояния является переходной между жизнеспособными и усыхающими деревьями. Доля усохших ветвей в кроне таких деревьев составляет до 2/3. Четвертая категория со-

стояния показывает необратимое усыхание дерева в ближайший год. Методически ее особенно трудно выделить при обследовании очага типографа, ориентируясь только на состояние кроны, о чем говорил А.Д. Маслов [66], и что подтверждено собственными экспериментальными данными. Пятая категория указывает на то, что дерево усохло в текущем году. Шестая категория характеризует погибшее дерево в прошлые годы.

Распределение по категориям состояния в процентах от общего количества (запаса) деревьев определяет состояние породы или насаждения на выделе, квартале, лесничестве. На его основе рассчитываются средние показатели санитарного состояния насаждения – средняя (средневзвешенная) категория состояния, текущий и общий отпады.

В отличие от индивидуальных характеристик средние величины обладают большей устойчивостью, способностью характеризовать группу однородных единиц (в нашем случае – деревьев). Они уравнивают все индивидуальные отклонения, в результате чего проявляется то наиболее устойчивое и типичное, что характеризует качественное своеобразие группового объекта [45].

При определении степени ослабления насаждений используется средняя категория состояния (СКС) – средневзвешенный балл, рассчитанный на основе категорий состояния деревьев (формула 1.3).

$$K_{cp} = (P_1 \times K_1 + P_2 \times K_2 + P_3 \times K_3 + P_4 \times K_4 + P_5 \times K_5 + P_6 \times K_6) / 100 \quad (1.3),$$

где K_{cp} – средневзвешенная величина состояния породы; P_i – доля каждой категории состояния, %; K_i – индекс категории состояния дерева.

Рассчитывая СКС по шести категориям, было проанализировано санитарное состояние древостоев, учитывая накопление захламленности (6 категория). Если значение средней категории не превышало 1,5 – насаждение оценивалось как здоровое; 2,5 – ослабленное; 3,5 – сильно ослабленное; 4,5 – усыхающее; более 4,5 – погибшее.

Текущий отпад – доля деревьев, усыхающих и усохших в текущем году (4 и 5 категории состояния насаждений). По величине текущего отпада определяли степень нарушения устойчивости насаждений. О.А. Катаев [28] считал отпад, до-

ля которого превышала 3 % от общего запаса, патологическим. В.Г. Стороженко [120] определил средние значения естественного изреживания древостоя на границе смешанных лесов и южной тайги: категория состояния 1,8, текущий отпад 2-3 %, общий отпад – 7 %. В насаждениях возраста 80 лет отпад, в основном, происходит за счет усыхания деревьев главного полога и носит характер естественного изреживания. Норма естественного отпада в ельниках разного возраста изменяется от 1,1 % до 5,6 % [74]. Таким образом, среднее значение естественного отпада для ельников в нашей работе составляет около 5 % как граница между классами биологической устойчивости. Насаждения с наличием текущего усыхания разделяют на 3 класса нарушенности (биологической устойчивости насаждения): слабая – с наличием текущего отпада до 5 %; средняя – с наличием текущего усыхания 5 – 30 %; сильная – более 30 %. С использованием значений текущего отпада были выделены фазы усыхания ельников по годам.

Общий отпад – доля деревьев, усохших в текущем и прошлых годах (4, 5 и 6 категории состояния). С помощью этого показателя определяется накопление захламленности. Прежде всего, он наиболее эффективен для применения при определении необходимого объема проведения санитарно-оздоровительных мероприятий в лесничествах.

Второй этап исследования заключался в статистическом анализе значений показателей и определении оптимального количества учетов на постоянных пунктах наблюдений для получения результатов с заданной ошибкой точности. Это обусловлено недостатком такого рода анализа в ранее изученных литературных источниках. Отсутствие статистической оценки полученных данных не позволяет судить об их достоверности [10]. Согласно Руководству [113] точность результатов учетов на постоянных пунктах наблюдений в зоне сильной лесопатологической угрозы составляет ± 20 %, а повторные перечеты выполняются 1 раз в 1-2 года. Эти положения также были рассмотрены.

Были использованы разные пространственные учетные единицы при обобщении данных лесопатологического мониторинга. Территория может делиться естественными границами (например, анализ состояния участков леса, принадле-

жащих одной стране, лесозащитному району, ландшафтному урочищу) и административными границами (лесничество, район, область). Пространственный анализ площадей с естественными границами используется для выявления причин ослабления (усыхания) насаждений и лесоэкологической (лесотипологической и ландшафтной) приуроченности поврежденных участков леса. Обработка данных в административных границах важна для принятия управленческих решений об объемах необходимых лесохозяйственных мероприятий для лесничества, муниципального района или субъекта.

Принимая за единицу учета постоянный пункт наблюдений, мы столкнулись с некоторыми методическими ограничениями обработки данных повторных учетов. Повторные учеты проводятся один раз в 1-2 года согласно Руководству [113], т.е. исполнители работ фактически сами устанавливали периодичность наблюдений на подотчетной территории, не учитывая специфику процесса усыхания ельников. Оказалось, что обследования чаще проводятся 1 раз в 2 года, что не противоречит пунктам Руководства [113]. Поэтому анализ данных с одних и тех же участков оказался невозможным за весь наблюдаемый период (2008 – 2012 гг.), так как их не было в наличии.

Учитывая особенности методики повторных пересчетов на постоянных пунктах наблюдений, мы использовали 2 типа анализа:

- 1) Первая выборка за 2008 – 2010 гг. представляла собой данные повторных учетов на одних и тех же участках. Данные были сгруппированы по лесничествам. Это позволило выявить территории, на которых состояние ельников ухудшилось перед засухой 2010 г., и последовало массовое ослабление ельников.
- 2) Вторая выборка характеризовала учеты, проведенные ежегодно, на всех пунктах, количество которых от года к году неодинаково (рисунок 1.1). Элементарной единицей учета в этом случае стал постоянный пункт наблюдений. Эта выборка позволила определить распределение по 6 категориям санитарного состояния, динамику средних значений показателей санитарного состояния лесов, темпы их роста и рассчитать их статистические характеристики.

В первой выборке использованы данные 2008 – 2010 гг. для оценки состояния еловых насаждений накануне массового усыхания. Для определения состояния ельников отобраны пункты по следующим критериям: участие в составе ели не менее 4 единиц и ежегодный повторный пересчет на этих пунктах – данные 76 точек учета в 24 участковых лесничествах, преимущественно на севере, северо-западе, западе, востоке Московской области.





- ППН  Лесничества, обследованные в 2012 г.  Лесничества, обследованные в 2011 г.

Рисунок 1.1 Расположение постоянных пунктов наблюдений (ППН) и лесничеств, обследованных в 2009 - 2012 гг.

Для выявления лесных территорий с негативной динамикой были определены основные показатели санитарного состояния насаждений. Они сгруппированы по участковым лесничествам в отдельных таблицах за 2008 – 2010 гг.

Во второй выборке проанализированы общие данные пересчетов на постоянных пунктах наблюдений за 2009 – 2012 гг. В 2009 г. был проведен повторный

перечет на 84 ППН в 26 стратах, в 2010 г. – на 90 ППН в 26 стратах, в 2011 г. – на 29 ППН в 18 стратах, в 2012 г. – на 33 ППН в 18 стратах (приложение Г).

Анализ данных сделан аналогично предыдущему расчету с тем отличием, что в качестве начальной учетной пространственной единицы выборки были использованы постоянные пункты наблюдений. Проведен сравнительный анализ динамики распределения насаждений по категориям состояния, средней категории состояния, текущему и общему отпаду. Затем определены статистические характеристики каждого из показателей (приложение В) и рассчитано оптимальное количество постоянных пунктов наблюдений для оценки состояния в зависимости от стадии развития очагов типографа.

Еще одним направлением анализа стала изменчивость показателей санитарного состояния во времени и пространстве. Подсчитана встречаемость постоянных пунктов наблюдений – количественное распределение пунктов постоянных наблюдений в диапазоне значений средней категории и текущего отпада – и представлена в виде графиков. Градация для средней категории состояния выбрана согласно Руководству [113] по степени ослабления насаждений, а для текущего отпада – по классам биологической устойчивости: устойчивые насаждения (до 5 %), насаждения с нарушенной устойчивостью (5-30 %), насаждения, утратившие устойчивость (более 30 %). Пространственное размещение постоянных пунктов наблюдений характеризует встречаемость (количество и долю) в том или ином диапазоне значений показателя, измеряемого в учетных единицах или по доле в общей выборке. Также подсчитан дополнительный критерий потери устойчивости насаждений – диаметр. Если диаметр отпада близок к среднему для данного древостоя или превышает его, то отпад считается патологическим [74].

Пространственная характеристика процесса усыхания ельников продолжена с помощью дистанционных методов наблюдений в системе государственного лесопатологического мониторинга.

Для количественного описания повреждений ельников применялись методы дистанционных наблюдений посредством дешифрирования космических

снимков высокого разрешения. Основным способом проведения работ по выявлению усыханий 2010 – 2012 гг. выбрано визуальное дешифрирование. Выявление усохших ельников в 2010 – 2012 гг. произведено по космическим снимкам высокого разрешения Landsat TM 5-8 с применением ранее описанной методики [38], отработанной при выявлении ветровалов на территории Европейской части России [39].

Дешифрирование космических снимков проведено в программе ArcVIEW 10. Использовались 2 снимка: до и после периода усыхания древостоя от короеда-типографа. В погибших насаждениях происходят значительные изменения спектральной отражательной способности в красном, ближнем и среднем инфракрасном диапазоне, что, при использовании синтеза каналов 5-4-3, проявляется в виде изменения цвета поврежденных участков с темно-зеленого на красновато-коричневый. Для уменьшения ошибки распознавания усохших ельников и исключения других, сходных по дешифровочным признакам, объектов (вырубок, ветровалов), учитывалась форма участка и четкость границ. В результате были созданы тематические схемы насаждений Московской области, поврежденных в основном короедом-типографом и другими стволовыми вредителями [91].

С помощью геоинформационных систем возможен анализ особенностей процесса усыхания ельников на всей поврежденной территории, что не может быть реализовано при рассмотрении данных наземного мониторинга, использующего часто табличные формы представления информации.

Одним из наиболее популярных инструментов анализа является факторный анализ, для изучения экологических ниш (Ecological Niche Factor Analysis). При данном анализе распространение вида (в нашем случае – короеда-типографа) под влиянием определенного фактора характеризуется маргинальностью (факторным влиянием).

Факторное влияние (M) определяется как разница средних значений экологических факторов по всей территории (m_G) и по поврежденным участкам (m_S),

деленная на произведение критерия Стьюдента (t) и стандартного отклонения генеральной совокупности выборки (σ_G) (формула 1.4).

$$M = \frac{|m_G - m_S|}{t\sigma_G} \quad (1.4)$$

Высокие показатели факторного влияния свидетельствуют о значительном действии данного параметра среды на повреждаемость насаждений [41].

Основой для проведения анализа послужили границы участков поврежденных короедом-типографом ельников в 2010 – 2012 гг., полученные путем дешифрирования данных космической съемки спутников Landsat TM/ETM+. Также использованы таксационные характеристики площадей с преобладанием ели старше 40 лет на территории Клинского лесничества. Применялись такие критерии как возраст, доля ели в составе насаждений, полнота, бонитет, запас, тип условий местопроизрастания. В состав показателей для анализа включен квадратный корень расстояния от участков, поврежденных в прошлом году.

С помощью геоинформационных систем проведен анализ динамики значений таксационных характеристик участков с усыханием ели и выявлены основные изменения полноты, возраста, типа условий местопроизрастания, доли ели в составе насаждения на площади поврежденных насаждений в 2010 – 2012 гг. Используются данные по 7 лесничествам – Клинскому, Бородинскому, Волоколамскому, Наро-Фоминскому, Истринскому, Звенигородскому, Ногинскому. Для каждого года подсчитана доля общей площади усыхания в процентах по вышеперечисленным показателям. Площадь была рассчитана с количественным нарастанием. Этот анализ описывает общий процесс распространения усыхания вне зависимости от того, продолжение ли это усыхания предыдущего года или только возникшее в текущем году.

Одновременное изучение структуры очагов и пространственной динамики имеет важное значение для совершенствования системы прогнозирования и осуществления защитных мероприятий в еловых лесах.

Для характеристики санитарного состояния насаждений рассчитаны средняя категория состояния, текущий и общий отпад деревьев. Классификация и

количественная характеристика пространственной динамики очагов усыхания ели в Московской области проведены на основе анализа изменения их площади и расположения очагов относительно друг друга определена по космическим снимкам Ногинского лесничества. Проведено уточнение поврежденных участков, выявленных по спутниковым снимкам с использованием карты еловых насаждений Московской области [14].

В «Методических рекомендациях по надзору, учету и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и санитарного состояния лесов» [74] очаги классифицированы по времени (хронические и эпизодические) и по масштабу распространения (локальные и пандемические).

В данном исследовании впервые оценены очаги в зависимости от их пространственной структуры с целью учета интенсивности (дальности) миграций короеда. Очаги разделены на миграционные и пространственно-непрерывные [59]. Миграционные очаги – участки усыхания ели, обнаруженные в текущем году на ранее неповрежденных территориях, не имеющие общих границ с очагами прежних лет. Пространственно-непрерывные очаги – участки усыхания текущего года, которые вплотную прилегают (имеют общие границы) к очагу предыдущего года. Определялась площадь (га) очага, ширина прироста очага и расстояние между очагами (м) (рисунок 1.2).

Полученные данные показали интенсивность распространения (увеличения площади) пространственно-непрерывных очагов типографа в зависимости от таксационных характеристик насаждения [58]. Рассчитано увеличение площади очагов (ширина зоны прироста).

Получена информация об интенсивности распространения (увеличения площади) пространственно-непрерывных очагов типографа с учетом таксационных характеристик насаждения. Для этого на снимках Ногинского лесничества были выделены участки усыхания ельников 2010 г., которые стали основой для сравнения и выявления последующих изменений (рисунок 1.3 а). Данный способ рассмотрения динамики усыхания принимает учитывает, что очаг из года в год разрастается. Годом образования очага считается 2010 г.

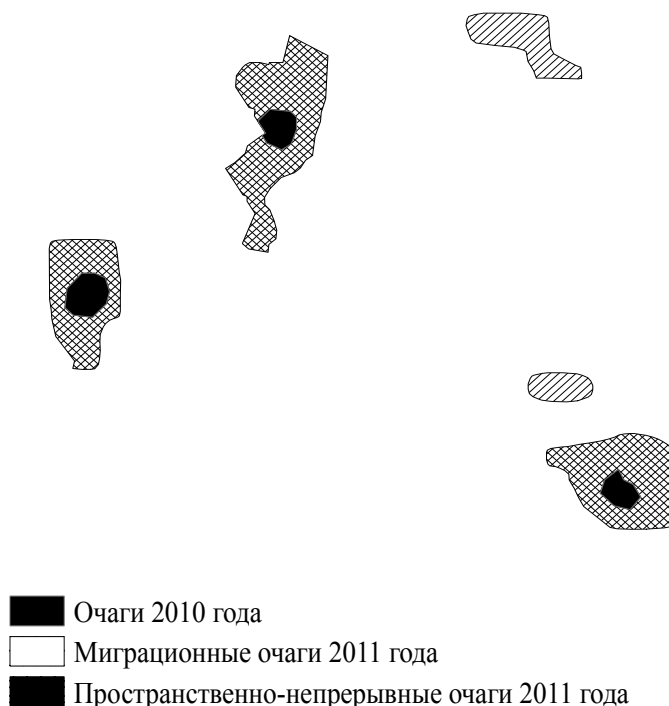


Рисунок 1.2 Типы очагов усыхания еловых древостоев

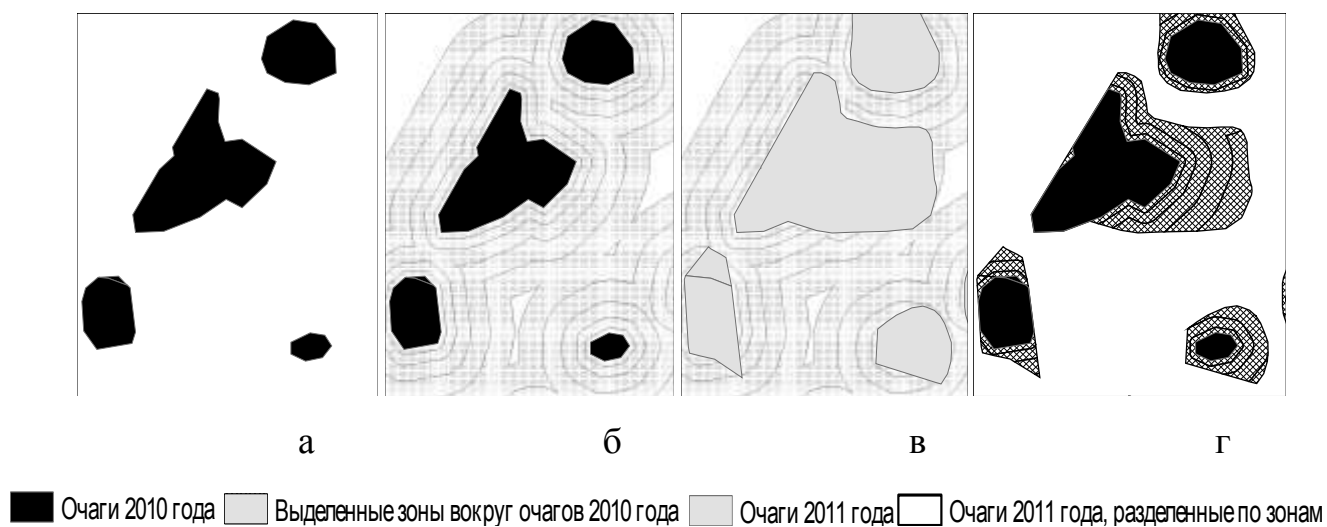


Рисунок 1.3 Этапы пространственного анализа ширины прироста очага

Вокруг каждого участка, поврежденного в 2010 г. (рисунок 1.3 а), было построено пять буферных зон от границ очага. Ширина каждой зоны включала предыдущую: 10 м, 30 м (20+10), 60 м (30+20+10), 100 м (40+30+20+10), 150 м (50+40+30+20+10) (рисунок 1.3 б). Затем для одних и тех же очагов были совмещены их изображения (контуры), полученные в 2010 и 2011 гг. (рисунки 1.3 в и 1.3 г).

Подсчитывалась ширина зоны прироста очага, как средневзвешенная величина с учетом площади каждой зоны отдельно для полноты, доли единиц ели в составе насаждения и возраста (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Пример расчета средней ширины прироста для таксационного показателя

Доля ели в составе, единицы	Ширина буферной зоны, м					Общий итог, м	Средняя ширина зоны прироста, м
	10	30	60	100	150		
4	10129,2	2483,7	1720,2	766,2	0,0	15099,3	23,6
5	7278,4	2799,1	2439,2	369,4	0,0	12886,0	26,4
6	104552,5	30200,0	22759,0	6797,8	1924,0	166233,3	25,8
7	120277,3	34154,8	32470,0	19643,7	14111,8	220657,6	37,4
8	152519,4	41826,6	42653,0	22053,4	2943,1	261995,5	30,5
9	76892,4	14325,2	14149,8	4797,8	1089,4	111254,6	24,2
10	8707,5	0,0	0,0	0,0	0,0	8707,5	10,0

Данные таблицы были сгруппированы в страты (по участию ели в составе насаждения, возрасту, полноте) аналогично стратам, используемым в Руководстве [113]:

- участие главной породы в составе древостоя: смешанное – до 4 единиц состава (СП); с преобладанием главной породы – от 5 до 7 единиц состава (ПП); «чистый» древостой – 8 – 10 единиц состава (ЧП);
- группа возраста: молодняки (МВ); средневозрастные и приспевающие (ПВ); спелые и перестойные (СВ);
- группа полноты: низкополнотные – 0,3 – 0,5 (НП); среднеполнотные – 0,6 – 0,7 (ОП); высокополнотные – 0,8 и более (ВП).

При оценке изменений площади лесов был проведен ретроспективный анализ динамики лесного покрова по литературным данным и картографическим продуктам. Для получения полной, независимой и долговременной информации выбран картографический продукт, полученный группой специалистов по архиву

спутниковых снимков Landsat [153]. В результате получено количественное описание динамики рубок для Бородинского и Клинского лесничеств.

Выборочный метод на основе рассмотренной стратификации вызывает немало споров. При таком подходе не учитываются, например, ландшафтные особенности территорий, которые в работе Ю.А. Израэля [24] характеризовались как основополагающие для организации мониторинга территорий. Для многоцелевого лесопользования недостаточно применяемых методик стратификации [16]. Необходимо учитывать и естественные границы территорий с экологией ландшафтов, так как влияние факторов внешней среды напрямую зависит от условий внутри системы. Ландшафт является для леса не менее важным средообразующим условием, чем породный состав и другие индикаторы (лесотаксационные показатели). Ю.П. Демаков [18] подчеркивал важность правильного исходного зонирования территории с учетом естественных границ, в т. ч. и ландшафтных, при ведении качественного лесопользования и наблюдений за устойчивостью лесов в разных пространственно-временных масштабах. В.П. Шелуха и В.С. Ключев [124] анализировали ландшафтно-типологические условия приуроченности очагов короеда-типографа. Ландшафтный подход пока широко не применяется при ведении лесопатологического мониторинга и нуждается в рассмотрении его преимуществ. В нашей работе в Клинском лесничестве изучена приуроченность поврежденных участков еловых насаждений к ландшафтным характеристикам территории.

В Клинском лесничестве повреждения ели соотнесены с ландшафтными характеристиками местности, оцифрованными по Г.Н. Анненской [1], и лесотаксационным характеристикам. Была подсчитана доля площади поврежденных ельников от общей площади ельников более 40 лет с соответствующей характеристикой (текущий отпад более 50 %) [57].

1.2.2 Объем работ

Объем работ при выполнении диссертации представлен в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Объем работ, выполненных при исследовании

№ п/п	Виды работ	Год	Выполнено
1	Сбор в полевых условиях и обработка учетов на ППН и данных лесопатологической таксации при непосредственном участии автора: в Клинском лесничестве в Ногинском лесничестве	2011	7 ППН, 110 выд.
		2012	16 ППН
		2012	400 выд.
2	Участие в анализе моделей ели на стволовых вредителей в Бородинском лесничестве и обработка данных	2011	14 деревьев
3	Анализ ежегодных повторных перечетов на ППН	2008 – 2010	76 ППН (24 участковых лесничества)
4	Собрана база данных и проведен анализ повторных перечетов на ППН:	2009	84 ППН (26 страт)
		2010	90 ППН (26 страт)
		2011	29 ППН (18 страт)
		2012	33 ППН (18 страт)
5	Анализ форм оперативной отчетности (1-ОЛПМ, 2-ОЛПМ) и Обзоров... за 5 лет	2008 – 2012	5
6	Анализ космических снимков в течение 3 лет в Московской области и создание на их основе карт-схем поврежденных насаждений	2010 – 2012	Ок. 1800 тыс. га
7	Создание информационного векторного слоя с ландшафтной характеристикой для Клинского лесничества	2011	165 тыс. га

ГЛАВА 2. КОМПЛЕКС ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ, НЕГАТИВНО ВЛИЯЮЩИХ НА СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Изучение в рамках ведения мониторинга патологических процессов, возникающих под влиянием внешних факторов, направлено на выстраивание оптимальной стратегии управления лесами и применения профилактических и активных лесохозяйственных (в т. ч. лесозащитных) мероприятий для минимизации экономического, экологического, социального ущерба от усыхания лесов.

Постоянные наблюдения проводятся для раннего обнаружения патологических явлений и их количественной характеристики, в том числе периодических усыханий ельников. При этом определяются причинно-следственные связи действия внешней среды на насаждения и необходимые профилактические меры для предотвращения процесса деградации древостоев. Однако сопоставимых количественных оценок факторов, воздействующих на состояние лесных экосистем (рекреационная нагрузка, загрязнение воздуха, неправильная лесохозяйственная деятельность, популяции вредителей и т.п.) не существует [118]. Для решения этой задачи собраны данные из разных источников: Обзоров, оперативной (отраслевой) отчетности по лесопатологическому мониторингу, литературных источников и собственных экспериментальных наблюдений.

Деградация еловых лесов отмечалась повсеместно на территории Западной Европы с конца 19-ого века [142, 146, 149, 156, 157] и странах СНГ [65, 116, 117, 121 – 123]. Отмечено наличие цикличности в процессе усыхания ельников (приложение Б) на европейской части России. Получены количественные оценки состояния ельников в зоне средней и южной тайги [6, 12, 20, 34, 35, 51, 52, 64]. В прошлом подробно изучен в Московской области процесс усыхания ельников [3, 19, 63, 68, 69, 72, 81, 82, 86].

Комплекс факторов негативного воздействия не всегда одинаков. Разные условия произрастания, климатические особенности территорий и причины повреждения создают необходимость исследования каждого случая усыхания отдельно.

Устойчивость леса зависит от его состояния и силы воздействия факторов внешней среды. Классификация факторов происходит по нескольким категориям. По происхождению они бывают биотические, абиотические и антропогенные [9]. По природе влияния – предрасполагающие, вызывающие и сопутствующие [121]. Для оценки воздействия на ельники классификация факторов была конкретизирована А.Д. Масловым [67]: лесоводственные, погодные и патологические.

По силе воздействия на еловые леса факторы внешней среды мы охарактеризовали как ослабляющие и вызывающие гибель. Ослабляющие факторы обуславливают ослабление леса, провоцируя периодически единичное или куртинное усыхание небольших участков леса. Под воздействием вызывающих гибель факторов происходит за 1 – 2 года сплошное усыхание на больших площадях. Одновременное развитие очагов вредителя в масштабах области называется пандемическим [67].

Основные ослабляющие факторы для ельников – это болезни, погодные условия, засуха, ураганные ветры, неправильная хозяйственная деятельность [4, 7, 9, 13, 30, 36, 52, 60-62, 67, 73, 78, 81, 84, 94, 95]. Обсуждалась возможная роль бактериальных заболеваний [121] и солнечных ожогов [86] в процессе деградации лесов. Усыхание ельников – это результат совместного действия нескольких ослабляющих факторов в насаждениях с лесотаксационными характеристиками, благоприятными для развития очагов короеда-типографа *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae), который впоследствии становится основным фактором гибели насаждений [28-30, 40, 57, 67, 81]. К тому же в Московской области ель находится на южной границе ареала произрастания [3], что снижает ее устойчивость к негативным внешним воздействиям.

В ельниках всегда присутствуют некрозно-раковые, бактериальные и гнилевые заболевания. Болезни развиваются на стволе и корнях дерева, вызывая гние-

ние и отмирание тканей дерева, что препятствует обмену питательными веществами и водой между корнями и кроной. Среди некрозно-раковых заболеваний распространены раневой (язвенный) рак (*Lachnellula calyciformis* В. и др.) (рисунок 2.1), бугорчатый рак (*Pseudomonas pini* V.). Заражение происходит в местах механических повреждений ствола или при погрызах лосем стволов деревьев. Гнилевые болезни в ельниках, в основном, вызваны корневой губкой (*Heterobasidion anannosum* (Fr.) Bref.), опенком (*Armillariella mellea* (Vahl. Ex. Fr.) Karst.) (рисунок 2.2), окаймленным трутовиком (*Fomitopsis pinicola* (Fr.) Karst.) (рисунок 2.3) и другими трутовиками.



Рисунок 2.1 Раневой рак ели



Рисунок 2.2 Окаймленный трутовик



Рисунок 2.3 Мицелий опенка

Корневая губка повреждает старовозрастные еловые древостои, и заражение ею носит скрытый характер. Для таких насаждений характерен вывал и слом деревьев после ураганных ветров [36].

Повреждение лесных насаждений ветром часто приобретает массовый и катастрофический характер, нанося существенный ущерб лесному хозяйству. По материалам Б.И. Ковалева [35], ветровал и бурелом отдельных деревьев или групп их в лесу – явление, происходящее при скоростях ветра более 8 – 10 м/с. Особую опасность для леса представляют шторм и ураган, при которых сила ветра достигает 9 – 12 баллов по шкале Бофорта, а скорость ветра превышает 18,3 м/с. Ель является самой ветровальной породой из-за формы кроны и поверхностной корневой системы, особенно если она поражена гнилью. Как правило, в еловых лесах последствия ураганных ветров становятся «катализатором» для начала деградации насаждений. На ветровалах часто распространяются пожары, или поваленные деревья становятся очагами размножения стволовых вредителей.

Значительную роль ветровалов и буреломов в формировании кормовой базы короеда-типографа отмечали многие исследователи [30, 50, 67, 81]. Буреломные деревья заселяются быстрее, чем ветровальные, поскольку ветровал еще сохраняет связь дерева с почвой, и поэтому некоторое время такие деревья остаются энтомоустойчивыми. Деревья, вывалившиеся в конце лета и осенью, заселяются с весны следующего года [11] (приложение Г).

Д.Ф. Налдеевым [84] отмечено, что ветровальные деревья после урагана, произошедшего в начале 2000 г. в Тверской области, были заселены короедом-типографом к концу лета 2001 г. на 28 %. На следующий год численность жуков увеличилась, образовался локальный очаг размножения. В последующие 2 года после ветровала, короед-типограф, наращивая свою численность, образовал локальный очаг на месте вывала, на третий год при благоприятных погодных условиях распространились миграционные очаги, при этом заселялись жизнеспособные деревья ели на расстоянии до нескольких километров от очага предыдущего года. Таков основной сценарий распространения типографа на ветровалах. Schroeder L. [155] отмечал заселение 50 % поваленных деревьев ели на второй год после урагана. A. Eriksson M. [137] выявил заселение ветровала в первое лето на уровне 71 %. Поэтому в трудах зарубежных ученых подчеркнута необходимость

своевременной уборки ветровалов, как первой профилактической меры по борьбе с типографом [137].

Дефицит влаги и высокие температуры воздуха также негативно сказываются на состоянии ельников. Различные погодные отклонения в виде засух, чрезмерно повышенных или пониженных температур воздуха и почвы, избыточного или недостаточного увлажнения по-разному влияют на насаждения. Как подчеркивали Н.И. Федоров и В.В. Сарнацкий [121], «...корневая система ели поверхностная. Основная масса корней сосредоточена в верхнем 30 – 40-сантиметровом слое, в связи с чем и наблюдается ее ветровальность. Ель наиболее благоприятно произрастает в условиях достаточного и избыточного увлажнения и не переносит засуху». Особенно негативны для ели условия, когда зимой снеговой покров составляет не более 10 – 15 см, весной и летом количество осадков 60 см и менее, среднемесячные температуры воздуха на 2 – 9 °С выше многолетних, относительная влажность воздуха снижается до 55 %, а в течение 10 дней и более – до 28 %, гидротермический коэффициент снижается в сравнении с нормой в 1,5 – 2 раза [67]. Засухи вызывают пересыхание верхних горизонтов почвы, снижение уровня грунтовых вод и даже отмирание активной части корневых систем [80]. Из-за уменьшения смолопродуктивности, давления в смоляных ходах и изменения состава живицы уменьшаются барьерно-защитные функции деревьев ели к атакам короеда-типографа [28]. Но нарушение водного баланса ели, как главной физиологической дисфункции, может возникать и морозными зимами. По данным А.Я. Орлова [95], в холодные зимы водный баланс достигает критически низких значений, и ель гибнет в этот период, как и летом при недостатке влаги в верхнем слое почвы. Последствия зимних засух проявляются в снижении усвоения питательных веществ из-за прекращения нарастания сосущих окончаний корней и уменьшения роли активной всасывающей поверхности, что способствует заражению деревьев корневой губкой.

В годы засухи в результате недостатка влаги и активизации гнилевых процессов стволов и корней, устойчивость ельников резко снижается. Насаждения становятся доступными для массового заселения и размножения короеда-

типографа (рисунки 2.4 и 2.5) и сопутствующих ему видов стволовых вредителей, особенно при наличии запаса кормовой базы в виде ветровальных деревьев [67].



Рисунок 2.4 Жуки и куколки короледа-типографа, личинки муравьежука

Стволовые вредители выполняют роль естественных деструкторов древесины нежизнеспособных насаждений в естественных условиях. При нарушении устойчивости системы взаимодействия «стволовые вредители – лес» происходит изменение естественного баланса и увеличение численности вредителей, повреждающих значительное количество жизнеспособных, несколько ослабленных насаждений.



Рисунок 2.5 Ходы короледа-типографа

Короед-типограф является опаснейшим вредителем в еловых лесах с учетом наносимого ущерба ресурсным, средообразующим и рекреационным функциям леса. Усохшие массивы леса становятся потенциальными источниками лесных пожаров [131]. Однако, с экологической точки зрения, короед-типограф - мощный фактор естественной смены пород, которые периодически происходят, что в итоге положительно сказывается на состоянии экосистемы в целом [145].

Каждый из выше перечисленных факторов воздействия внешней среды взаимосвязан с другим. Совместное влияние комплекса факторов, ослабляющих и вызывающих гибель ельников бывает различным по силе и масштабам воздействия, что изучено на основе разных источников: оперативной отчетности по лесопатологическому мониторингу, данных постоянных пунктов наблюдений, Обзоров [87 – 91] отчетов экспедиционных партий [97 – 104]. Следует отметить, что информация о площади и причинах повреждения ельников варьируется. Это происходит из-за неодинаковых источников и недостаточного количества материалов, разных способов обработки и анализа информации.

2.1 Состояние ельников в Московской области с 1987 по 1993 гг.

В отчетах экспедиционных партий ФБУ «Рослесозащита» рассматривается комплекс основных причин ослабления ельников в 1987 – 1993 гг.

В 1987 г. было проведено лесопатологическое обследование насаждений Можайского лесничества [99]. Обнаружены участки старого ветровала 1981 г., наибольшую часть которого составляли еловые насаждения, пораженные корневой губкой в слабой и сильной степени. В Глазовском лесничестве было выявлено 72,6 га, расстроенных ураганым ветром, насаждений. Усыхание ели было зафиксировано на площади 713 га. Основные причины – бурелом и ветровал (45,1 % от общего числа поврежденных насаждений ели), поражение опенком (27,6 %) и неправильное проведение рубок ухода (27,3 %). Повышенная числен-

ность стволовых вредителей наблюдалась в насаждениях с большим запасом свежего ветровала и бурелома. Относительная заселенность изменялась от 22 % до 28 %. Основные виды – короед-типограф, гравер, еловая смолевка.

Также в 1987 г. обследованы леса части Подольского лесничества (бывшего Раменского лесхоза). Усыхание ели было найдено на площади 33,6 га. Основными причинами повреждения стали корневая губка (9 %), опенок (45 %), переувлажнение (14 %), ветровал (31 %) [100].

В 1992 г. было проведено обследование части лесов Волоколамского лесничества (бывшего Лотошинского леспромхоза). В результате прошедшего урагана в 1989 г. было выявлено множество неубранных ветровальных и буреломных деревьев ели на площади 2374 га (55 % от общей площади обследованных насаждений). Площадь усыхания ели составляла 584 га. Основные причины – почвенно – климатические факторы, ветровал и бурелом, антропогенные факторы. Массовое усыхание было отмечено в Уваровском, Рузском и Волоколамском леспромхозах в 1989 – 1990 гг. По мнению Д.С. Леонова [104], усыханию еловых древостоев предшествовала суровая зима 1978-79 гг. с аномально низкими температурами. Последующие годы с избыточным количеством осадков несомненно повлияли на состояние ельников. Анализ радиальных приростов деревьев ели показал четкое снижение его в годы с избыточным увлажнением, особенно за 2 года до обследования. Перенасыщение водой почвы оказывает губительное воздействие на корневую систему ели. Корни начинают отмирать при участии сапрофитных грибов и бактерий. Групповой и куртинный характер усыхания позволяют сделать предположение о приуроченности участков поврежденного леса к почвам с оглеением. Пятна оглеения, сплошноглеевые горизонты в почвенных разрезах, заложенных в куртинах с усыханием, встречались чаще и на меньшей глубине по сравнению с участками жизнеспособных насаждений. В Лотошинском мехлесхозе усыхали, в основном, насаждения от 85 лет и старше. К моменту обследования основные куртины усыхания были вырублены [103].

В 1993 г. были обследованы леса Егорьевского лесничества и выявлено усыхание ели на площади 983 га (20 % от общей площади обследованных ельни-

ков). Основные причины усыхания – переувлажнение почв, опенок, антропогенные факторы.

Отдельно обследованы старовозрастные ельники на ранее заложенных в 1984 г. пяти постоянных пунктах наблюдений. Состояние ельников осталось стабильным, значения средней категории состояния не превысили 1,5 [104].

В период с 1987 по 1993 гг. в разных лесничествах Московской области основными ослабляющими факторами стали гнилевые болезни (корневая губка, опенок), воздействие ураганных ветров, переувлажнение, неправильная хозяйственная деятельность. По мнению авторов отчетов, [97-104], уровень захламленности в виде ветровальных и буреломных деревьев во все годы обследований служил резервацией стволовых вредителей. Через год наблюдалось усыхание части ельников из-за развития очагов стволовых вредителей при воздействии погодных условий, выразившихся в избыточном увлажнении и морозных зимах.

2.2 Усыхание ельников с 2009 по 2012 гг.

2.2.1 Данные отраслевой отчетности

Данные оперативной отчетности по лесопатологическому мониторингу (1, 2-ОЛПМ) в Московской области показывали, что и до засухи 2010 г. состояние части древостоев было неудовлетворительным. Площадь еловых насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Основные факторы ослабления и гибели еловых насаждений в 2009 – 2012 гг.

Экологические факторы (га/ %)	Годы обследования			
	2009	2010	2011	2012
Антропогенные факторы	38/1,0	17/0,1	0/0,0	482/0,5
Корневая губка	84/2,2	2440/18,8	5336/12,5	6454/6,3
Опенок	71/1,9	0/0,0	1161/2,7	0/0,0
Прочие болезни	71/1,9	934/7,2	1724/4,0	11682/11,3

Экологические факторы (га/ %)	Годы обследования			
	2009	2010	2011	2012
Почвенно-климатические факторы	1415/36,8	8/0,1	1988/4,7	8646/8,4
Ураганные ветры	1486/38,8	5225/40,2	8947/21,0	18501/17,9
Засуха	0/0,0	324/2,5	5469/12,8	6844/6,6
Короед-типограф	73/1,9	2195/16,9	18026/42,2	39452/38,2
Лесной пожар	23/0,6	1260/9,7	27/0,1	8980/8,7
Неправильная хозяйственная деятельность	0/0,0	61/0,5	0/0,0	257/0,2
Повреждение дикими животными	116/3,0	60/0,5	0/0,0	504/0,5
Промышленные выбросы	455/11,9	454/3,5	0/0,0	1448/1,4
Общий итог	3832	12978	42679	103250

Как видно из таблицы 2.1, площадь поврежденных насаждений ели в Московской области с 2009 г. увеличивалась ежегодно.

В 2009 г. площадь ослабленных и погибших насаждений сократилась на 700 га и составила около 3832 га. В большей степени еловые насаждения подверглись воздействию ураганных ветров (39 %) и почвенно-климатических факторов (37 %).

В 2010 г. воздействие негативных факторов вызвало увеличение площади ослабленных насаждений почти в 5 раз и составило около 13 тыс. га. Кроме ураганных ветров (40 %) и болезней (26 %) на состояние ельников отрицательно повлияли лесные пожары (10 %), экстремальная засуха (3 %) и обусловленный ею рост очагов короеда-типографа (17 %).

В 2011 г. потеря устойчивости части ельников продолжилась - их площадь увеличилась почти в 4 раза (на общей площади около 43 тыс. га) из-за ураганных ветров (20 %) и очагов короеда-типографа (40 %).

В 2012 г. масштабное повреждение насаждений отмечено на площади 103 тыс. га. Короед-типограф стал ведущим фактором ослабления и усыхания ельников (38 %), а также сказывалось влияние ураганных ветров (18 %), засухи (7 %).

Менее значительно в течение 5 лет насаждения ели в Московской области ослабли (усохли) из-за повреждений дикими животными, промышленных выбро-

сов, неправильной хозяйственной деятельности, антропогенных факторов (1 – 13 %).

В целом, по данным оперативной отчетности в 2009 – 2012 гг. определен тот же комплекс ослабляющих факторов, который упоминался в других источниках (глава 2). Сначала насаждения ели в 2009 – 2010 гг. были повреждены ураганными ветрами, ослаблены болезнями, отмечалось накопление захламленности из-за локального отсутствия проведения санитарно-оздоровительных мероприятий. В 2011 г. было зафиксировано расширение площади ельников, заселенных и обработанных короедом-типографом – проявилось влияние засухи в виде ослабления (частичного усыхания) ели на некоторых участках, что увеличило площадь еловых насаждений, восприимчивых для повреждения короедом. Все пораженные ельники 2011 г. не были вовремя вырублены. В 2012 г. отмечено масштабное повреждение ели короедом-типографом, который снова становится ведущим фактором гибели насаждений.

Данные оперативной отчетности расходятся с информацией дистанционного лесопатологического мониторинга (рисунок 3.2). Так, в 2012 г. площадь поврежденных типографом ельников составляла 40 тыс. га (10 % от площади всех ельников) по цифрам отчетности, а по данным дистанционного мониторинга площадь составила около 90 тыс. га. Сопоставление данных по площади показывает, что реальная площадь очагов была выше в 2010 – 2012 гг., чем в данных оперативной отчетности.

2.2.2 Причины ослабления ельников перед засухой 2010 года по данным постоянных пунктов наблюдений

Данные постоянных пунктов наблюдений были проанализированы на одних и тех же участках в 2008 – 2010 гг. для выявления основных факторов ослабления ельников (рисунок 2.6).

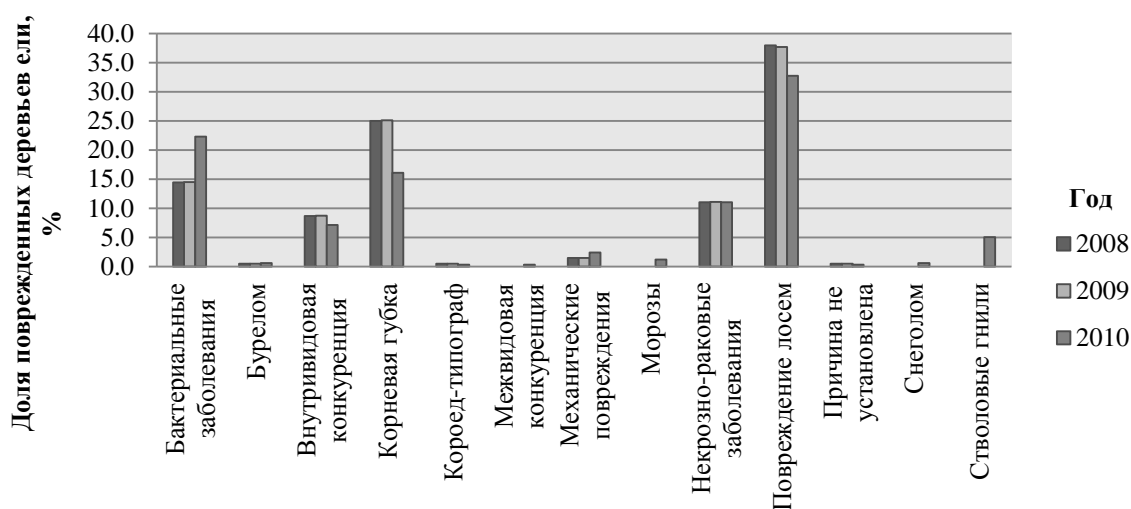


Рисунок 2.6 Причины ослабления ельников на постоянных пунктах наблюдений в 2008 – 2010 гг.

В 2008 – 2009 гг. основными ослабляющими факторами (рисунок 2.6) на постоянных пунктах наблюдений стали повреждения стволов лосем (33-35 %). Более 25 % составляла доля поражений корневой губкой, зараженность ею снизилась в 2010 г. до 16 %. Бактериальные заболевания отмечены в 15 % случаев, в 2010 г. доля заражения увеличилась до 20 %. Доля насаждений, ослабленных некрозно-раковыми заболеваниями, составляла не более 11 % за каждый год наблюдения. Незначительная доля в ослаблении насаждений приходилась на внутривидовую конкуренцию – 7-8 %. В 2010 г. увеличилось воздействие стволовых гнилей, их доля составила 5 %. По данным пунктов наблюдений, ветровал был незначительным: в 2010 г. – 9 деревьев, в 2011 г. – 5 деревьев, в 2012 г. – 1 дерево. В ельниках присутствовали единичные деревья, ослабленные из-за сломов вершин, повреждений короедом-типографом, механических повреждений, морозов, снеголома. Действительно, основные причины потери устойчивости ельниками на постоянных пунктах наблюдений в 2008 – 2010 гг. соответствуют причинам повреждений, выявленным в ельниках Московской области ранее при экспедиционных обследованиях в 1980 – 1990-е годы. Эти факторы определяются как основные ослабляющие факторы, воздействующие на ельники Московской области.

Стоит отметить отсутствие деревьев ели, ослабленных засухой, на постоянных пунктах наблюдений в 2010 г. Это связано с тем, что в 2010 г. обследование проводилось на большинстве проб в начале лета, а засуха была в июле - августе, поэтому ее последствия не были зафиксированы. Засуха сразу не сказывается на ельниках губительно. Так, Ю.Г. Богатырев и А.Д. Серяков [7] сообщали о благополучном перенесении ельниками летом 1992 г. почти полного отсутствия атмосферных осадков в течение всего периода роста, при умеренной напряженности остальных метеоусловий. Влага, запасенной в осенний период прошлого года, хватило для нормального развития деревьев. Первые признаки ослабления деревьев вследствие недостатка влаги начали проявляться во второй половине лета, когда их активный рост завершается. Аналогично не было сразу заметно повсеместное воздействие засухи в 2010 г., только локально, где деревья ели могли получить еще и солнечный ожог. Уже осенью 2010 г. стали более заметны участки ельников, ослабленные засухой, с пожелтевшей и частично опавшей хвоей. Это особенность рассматриваемого крупномасштабного усыхания, когда воздействие засухи проявилось с минимальным запаздыванием [54].

В 2011 – 2012 гг. главной причиной гибели ельников на постоянных пунктах наблюдений стал короед-типограф. В 2011 г., по данным временных пробных площадей, заселено и отработано короедом-типографом было 98-100 % деревьев свежего сухостоя. Исходя из этого, в хронических очагах короеда-типографа вероятность усыхания жизнеспособных деревьев и угроза их заселения становятся синонимами. Учитывая настоящий факт, на основе данных перечетов 265 деревьев на пунктах в Клинском лесничестве, рассчитали угрозу заселения типографом жизнеспособных деревьев ели в данном районе.

$$N_{2011} = 1,9N_1 + 3,9N_2 + 2,3N_3;$$

$$N_{2012} = 1,2N_1 + 1,2N_2 + 0,5N_3,$$

где N – число деревьев соответствующей категории состояния.

Итак, угроза заселения типографом жизнеспособных елей в 2011 г. составила 8,1 %, в 2012 г. – 2,9 %.

Данные отчетов экспедиций определили причины ослабления ельников в Московской области. Результаты анализа повторных пересчетов на постоянных пунктах наблюдений оптимально использовать как «сигнальные» данные, которые отражают опасное повышение уровня воздействия того или иного фактора на насаждения в доле от общей выборки (более 10 %). Оперативная отчетность по лесопатологическому мониторингу количественно характеризует воздействие факторов. По ней можно судить об эффективности проведения санитарных мероприятий. Особенно продуктивно совместно рассматривать результаты лесопатологического мониторинга и отраслевой отчетности для обзора ситуации на всех пространственных уровнях анализа (лесничество, область). Для определения основных факторов влияния на ослабление насаждений следует изучить их более подробно.

2.3 Влияние погодных условий на устойчивость ельников

О.А. Катаев и А.В. Лобанов [29] при изучении вспышек размножения типографа в Калининградской области отметили слабую приуроченность их возникновения к годам солнечной активности и появление очагов типографа на второй год после засухи. Роль засухи в ослаблении ельников не вызывает сомнения [4, 7, 9, 13, 30, 36, 67, 73, 81, 84, 94, 95, 134]. Засуха воздействует напрямую – непосредственно как ослабляющий фактор для еловых насаждений, и косвенно – в качестве благоприятных условий для развития вспышки короеда-типографа [73].

Во время вегетационного периода высокие температуры воздуха и малое количество осадков создают дефицит влаги в верхних корнеобитаемых слоях почвы, при этом снижается уровень грунтовых вод.

По данным В.А. Липаткина и Е.Г. Мозолева [49], за 1987 – 2001 гг. были неблагоприятные для роста еловых насаждений в Московской области. Недостаточное количество атмосферных осадков в стадии активного роста деревьев в со-

четании с высокими температурами в летние месяцы в 1989, 1990, 1992, 1994 – 1997, 1999 – 2001 гг. привело к длительному устойчивому снижению уровня грунтовых вод, в результате чего происходило иссушение корнеобитаемых слоев почвы. По дефициту атмосферной влаги наиболее выделялись июль 1990 г., июнь и июль 1992 г., апрель 1994 г., июль 1997 г.

Мы провели анализ таких погодных параметров, как среднемесячная температура воздуха, сумма осадков и подсчитали влагообеспеченность в мае – сентябре с 1970 по 2012 гг. по данным метеостанции ВВЦ (рисунки 2.7 – 2.9).

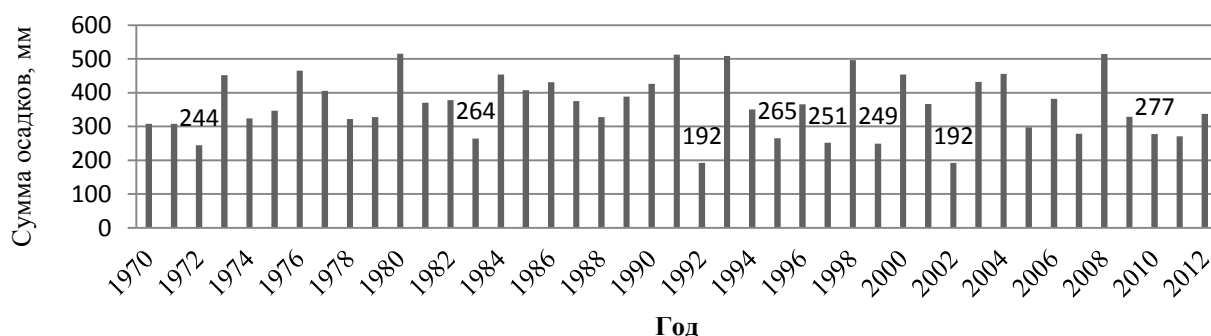


Рисунок 2.7 Сумма осадков с 1970 по 2012 гг. (Среднее 363 мм)

По рисунку 2.7 видно, что наименьшее количество осадков относительно среднего показателя за 42 года (менее 70 %) было зафиксировано в 1972, 1992, 1997, 1995, 1999, 2002 гг. В 2010 г. уровень осадков был ниже среднего и составлял 76 % от нормы.

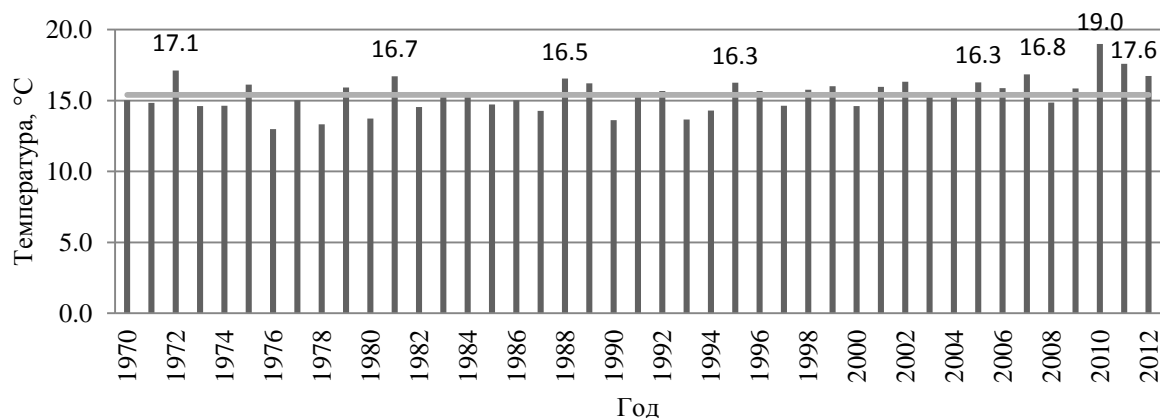


Рисунок 2.8 Среднемесячная температура с 1970 по 2012 гг. (Среднее 15,4 °C)

Среднемесячная температура с мая по сентябрь превышала (рисунок 2.8) среднегодовое значение более чем на 5 %, в 1972, 1981, 1988, 1995, 2002, 2005, 2007, 2010 – 2012 гг. Максимум превышения нормы температуры воздуха за 42 года был отмечен в 2010 г.

Определение «засухи» включает в себя и дефицит влаги, и повышенные температуры воздуха. В зависимости от этого засуха бывает атмосферной и почвенной. Атмосферная засуха определяется дефицитом осадков, из-за чего уменьшается поверхностный сток воды, и повышенными температурами воздуха. Такая засуха краткосрочна. Еще выделяется почвенная засуха, которая характеризуется дефицитом влажности в почве, приводящим к стрессу растений. Она является производной от атмосферной и непосредственно влияет на лес [77]. Понижение уровня грунтовых вод, вследствие усыхания насаждений, в частности ельников на огромных площадях, также приводит к накоплению нитратов в почве, что особенно опасно для зоны водохранилищ [158]. Именно поэтому важно на ранних этапах определять величину засухи.

Анализируя проявления атмосферной засухи (влагообеспеченность), мы применили гидротермический коэффициент (рисунок 2.9).

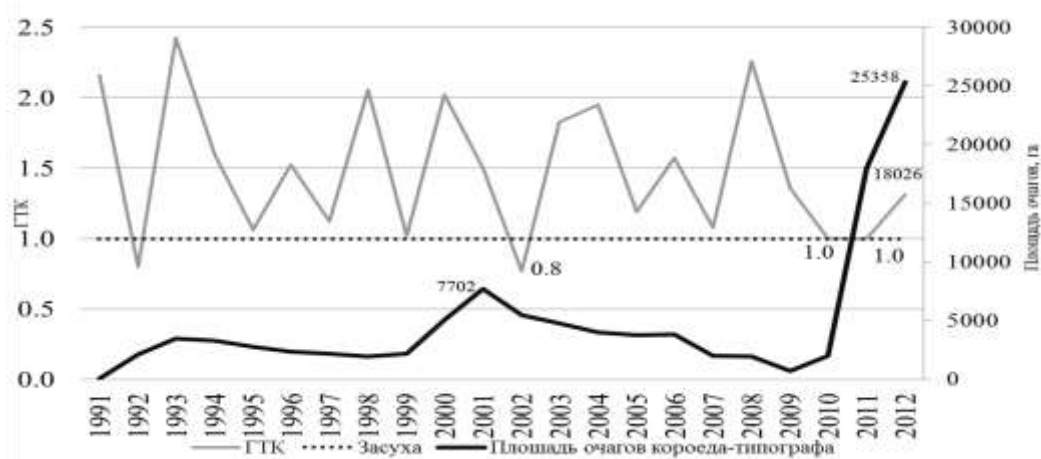


Рисунок 2.9 Гидротермический коэффициент с 1991 по 2012 гг. и площади очагов короеда-типографа

О.А. Катаев [28] определял основной причиной возникновения массовых размножений типографа недостаточную влагообеспеченность – снижение значения гидротермического коэффициента ниже 1. Такие значения коэффициента от-

мечены в 1992, 1999, 2002, 2010, 2011 гг. (рисунок 2.9). Экстремальная засуха 2010 и засуха 2011 гг. на фоне массовых ветровалов совпали с фазой роста численности короеда-типографа, что привело к его пандемическому распространению. Для сравнения, засуха 2002 г. была близка по интенсивности, однако пришлось на период кризиса популяции, поэтому увеличение численности короеда в 2003 г. не произошло, и, как следствие, усыхание ельников было значительно меньше. Данный факт еще раз подтверждает, что крупномасштабное усыхание ельников обусловлено факторами разного происхождения. Засухи стали значимой причиной усыхания насаждений в 2010 – 2012 гг.

2.4 Развитие вспышек массового размножения короеда-типографа в лесах Московской области

Негативное воздействие ураганных ветров, болезней, засухи привело к масштабному ослаблению еловых насаждений. Ситуация усугубилась наличием локальных очагов короеда-типографа, которые начали быстро распространяться. В результате вспышка массового размножения короеда-типографа реализовалась без запаздывания и привела к гибели еловых насаждений на больших площадях в 2010 – 2012 гг. Для возникновения вспышки массового размножения необходимы следующие условия:

- наличие кормовой базы – свежих ветровальных и буреломных деревьев ели, либо стоящих деревьев, ослабленных из-за воздействия засухи, корневой губки, болезней;
- наличие большого запаса приспевающих, спелых и перестойных ельников;
- благоприятные погодные условия;
- отсутствие своевременного проведения санитарно-оздоровительных мероприятий.

Вспышка массового размножения типографа обычно длится несколько лет. В зависимости от сроков развития очага стволовых вредителей их классифицируют как эпизодические и хронические. Эпизодические очаги действуют несколько лет, хронические – порой десятки. Очаги могут проходить 3 фазы развития [67]:

– начальную, или роста численности, когда суммарный отпад, включающий заселенные и свежеотработанные деревья, начинает превышать естественную норму и становится патологическим;

– собственно массового размножения (кульминация) или максимальной численности, когда значения отпада, заселенного типографом, максимальны;

– кризиса, когда резко снижаются численность насекомых и заселенный ими отпад.

Для сравнения рассмотрены особенности развития вспышек массового размножения короеда-типографа в 2000 – 2002 гг. и в 2010 – 2012 гг. в Московской области. Изучая особенности развития популяции короеда-типографа в Московской области в 2000 г., В.А. Липаткин и Е.Г. Мозолевская [49] подчеркивали роль ветровалов и буреломов в формировании кормовой базы для типографа. Такая закономерность характерна и для других регионов [9, 28, 30, 35, 67, 84, 127, 141, 144, 154]. В Московской области перед началом массовой вспышки численности типографа в 1998 г. наблюдался сильный ураган [92]. Вывал и слом деревьев имел высокую интенсивность (60 – 80 %) на западе и северо-западе Московской области на общей площади 3083 га.

Важной особенностью стало заселение ели короедом в подкрановой части и формирование «зеленого сухостоя», когда кора начинала отслаиваться по всему стволу, а хвоя в кроне еще сохраняла некоторое время жизнеспособность. Это указывало на то, что короед заселял не только усыхающие и ветровальные деревья, но и еще жизнеспособные ельники, ослабленные засухой 1997 г. М.Е. Кобельков [32] отмечал, что засушливое лето 1999 г. привело к повсеместному ослаблению ельников, которое выражалось в увеличении доли ослабленных и сильно ослабленных насаждений. Если в 1998 г. очаги ксилофагов представлены преимущественно локальными участками и развивались по хроническому типу, то уже в конце 1999 г.

выявлено более 2000 га действующих очагов. Рост площади очагов был отмечен в последующие годы: в 1997 г. площадь составляла 340 га, в 1998 г. – 288 га, в 1999 г. – 2178 га, в 2000 г. – 5055 га, в 2001 г. – 7725 га [72].

Фазы развития очагов типографа характеризуются основными популяционными показателями: величиной отпада в насаждении, степенью заселенности, энергией размножения, плотностью поселения, продукцией.

Наблюдения А.Н. Щербакова [125] в ельниках Национального парка «Лосиный остров» в 2000 г. показали, что заселенность в куртинах усыхания ели составляла 77 – 94 %, заселение было отмечено на уровне 0,4 – 18 м по высоте ствола, плотность поселения составляла 1,87 сем./дм², коэффициент размножения – 1,07. Автором был сделан вывод о том, что 2000 г. стал первым годом максимальной численности короеда-типографа.

Сходные показатели были получены на севере Московской области А.Д. Масловым [63]: плотность поселения 1,0 – 2,7 сем./дм², энергия размножения 0,3 – 6,3. В 2002 г. из-за погодных условий, неблагоприятных для развития типографа, наступила фаза кризиса массового размножения.

В последующие 2003 – 2008 гг. постоянно наблюдались хронические, локальные очаги короеда-типографа, не вызывавшие масштабного усыхания ельников.

В 2008 и 2009 гг. были зафиксированы ветровалы в еловых насаждениях на западе и севере Московской области. Хронические, локальные очаги типографа, оставшиеся от предыдущей вспышки, развивались на западе и северо-западе региона (таблица 2.2). Они начали расширяться за счет накопления свежего ветровала и бурелома и ослабленных засухой июля – августа 2010 и 2011 гг. насаждений ели.

Очаги короеда сформировались в 2010 г. в приспевающих и спелых еловых насаждениях полнотой 0,6 – 0,7, с участием ели в составе 6 – 7 ед. и более. Лёт жуков короеда-типографа в 2010 г. наблюдался в середине первой декады мая, сестринского поколения – в последней декаде мая. Интенсивное распространение очагов обусловлено экстремальной засухой в июле и августе. В период с конца июля по начало августа 2010 г. в очагах зафиксированы заселенные короедом, усыхающие ели, преимущественно по краям вырубок (рисунок 2.10), в стенах ле-

са, прилегающих к полям (рисунок 2.11), по ветровальным и буреломным участкам. Хвоя на деревьях еще некоторое время находилась в жизнеспособном состоянии (рисунок 2.13) («зелёный сухостой») и начала осыпаться (рисунок 2.14) лишь после заметного повреждения стволов типографом (рисунок 2.12) и отслаивания коры. Во второй декаде августа появились куртины усохшей ели. Например, в середине июля 2010 г., по данным А.Д. Маслова [68], отмечено 50 заселенных деревьев ели на площади 0,5 га. В 2010 г. популяционные показатели короёда-типографа в Хотьковском лесничестве отмечены на уровне средних: плотность поселения 5,3 маточных хода на 1 дм²; 2,6 брачных камеры на 1 дм²; продукция 20,2; энергия размножения 2,6; длина маточного хода 80 мм.



Рисунок 2.10. Усыхающие деревья ели по краям вырубki в Ногинском лесничестве в 2012 г.



Рисунок 2.11. Усыхание ели в Бородинском лесничестве в 2011 г.



Рисунок 2.12. Буровая мука от короёда-типографа



Рисунок 2.13. Крона «зеленого сухостоя»



2.14. Осыпающаяся еловая хвоя

По данным Обзора [89], в конце 2010 г. площадь очагов короеда-типографа составила в области более 2 тыс. га. Наиболее значительные очаги вредителя выявлены в Бородинском, Волоколамском, Дмитровском, Звенигородском и Клинском лесничествах, где ель - преобладающая древесная порода. Установлена высокая энергия размножения короеда – 4 - 8 единиц. Доля заселенных деревьев в очагах варьировалась в пределах 10 – 20 %, средний текущий отпад ели составил 19 % [67]. В 2010 г. отпад деревьев существенно увеличился (в 2009 г. он варьировался от 0,6 % до 24,0 %, в среднем – 6,4 %). В 2011 г. усыхание еловых насаждений происходило стремительно. Доля заселенных деревьев в очагах изменялась в пределах 50 – 90 %, текущий отпад ели на постоянных пунктах наблюдений в очагах короеда-типографа составил в среднем 42 % (минимальный – 3 %, максимальный – 65 %). Площадь очагов короеда-типографа составила более 18 тыс. га [56].

В Обзоре [89] было отмечено, в 2010 г. анализ моделей показал, что плотность поселения типографа составляла 3,29 - 5,97 шт./дм², продукция 20,2 – 69,3, энергия размножения 2,9 – 3,6. Очаги, местами возникшие в 2009 г., в этот период перешли в фазу максимальной численности.

В 2011 г. установлены популяционные показатели развития короеда-типографа в Звенигородском лесничестве. Показатели оценивались как средние и высокие. Плотность маточных ходов на 1 дм² составляла 5,9, брачных камер – 3,0, продукция была отмечена на уровне 17,1, энергия размножения 3,0. Здесь очаги находились в фазе максимальной численности. В Бородинском лесничестве пока-

затели плотности поселения типографа были на низком уровне: маточных ходов на 1 дм² отмечено в среднем 1,9, брачных камер – 1,0, продукции – 9,6. Энергия размножения на уровне – 3,3. На этой территории очаги также развивались в фазе максимальной численности популяции типографа. Данные о вспышке короледа-типографа получены нами и другими исследователями выборочно (местами) по Московской области. В целом, для большей информативности применения детального надзора и модельных учетов необходимо проводить их в каждом территориальном лесничестве 2 раза за сезон совместно с феромонным надзором.

Феромонные ловушки применяются для отлова жуков, и как истребительная мера, и как метод мониторинга численности популяций короледа. Материалы учетов служат основанием анализа массового размножения типографа [71]. В Московской области были проведены наблюдения по феромонным ловушкам в период с 2010 по 2012 гг. (рисунок 2.15).

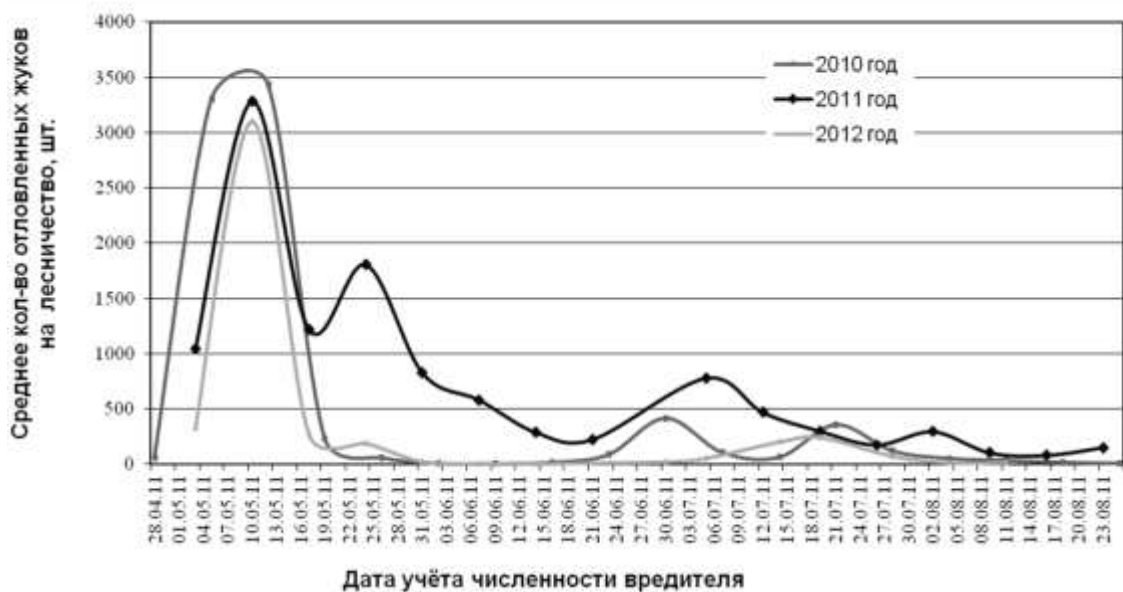


Рисунок 2.15 Динамика количества жуков короледа-типографа, отловленных феромонными ловушками, в Московской области в 2010 – 2012 гг.

Исходя из рисунка 2.15, можно отметить, что все 3 года наблюдений количество жуков в мае превышало 3000 шт./ловушка. Если патологический отпад в насаждениях ели при этом более 30 %, то назначается сплошная санитарная рубка [108]. Такими показателями характеризуется 2011 г., когда происходило наиболее интенсивное развитие популяции типографа по всей Московской области (сест-

ринское поколение – в конце мая – начале июля, второе поколение в июле). В 2012 г. количество жуков в ловушках было меньше, так как в фазе максимальной численности типографа феромонный надзор малоэффективен из-за большого количества феромонов в воздухе [70]. Таким образом, данные феромонного надзора подтверждали временную градацию вспышки типографа в период 2010 – 2012 гг.

Также используя площадные данные о распространении очагов, можно сделать выводы о фазах их развития с 2009 по 2012 гг.

Таблица 2.2 – Распределение площади возникающих и действующих очагов кородея-типографа по фазам развития популяции в 2009 – 2012 гг.

Лесничества	Площадь очагов кородея-типографа по фазам развития, га			
	2009 г. – начальная фаза	2010 г. – фаза роста численности	2011 г. – фаза максимальной численности	2012 г. – фаза максимальной численности
Бородинское	150,0	715,7*	2009,6	2199,9**
Виноградское	7,0	7,0	103,9	61,6**
Волоколамское	–	218,4	204,0	511,4
Дмитровское	–	144,7	196	1780,4
Егорьевское	30,5	30,5	150	396,8
Звенигородское	208,3	324,7*	4440,2	4322,9**
Истринское	62,0	–	790,2	1643,2**
Клинское	4,1	298,3*	1735,4	2355,0**
Луховицкое	–	–	59,8	58,7
Московское учебно-опытное	–	171,5	2107,1	2455,9**
Наро-Фоминское	50,0	50,0	598,1	1344,0
Ногинское	–	7,0	1568,3	3078,8
Орехово-Зуевское	–	–	455,4	887,8
Подольское	–	13,0	790,9	953,3
Русский лес	–	–	1015,1	1061,5
Сергиево-Посадское	34,2	52,2*	787,8	870,9
Ступинское	–	–	78,7	307,9
Талдомское	–	–	497,6	630,2
Шатурское	–	–	437,8	437,8
Итого, га	546,1	2033,6	18026,3	25358,0

* – фаза максимальной численности, ** – фаза кризиса

Согласно таблице 2.2, возникающие и действующие очаги короэда-типографа зафиксированы в 2009 г. в 8 лесничествах Московской области на площади от 4 до 208 га. В 2010 г. в этих лесничествах увеличивалась площадь очагов, зарегистрированы новые локальные очаги в еще в 4-х лесничествах, на общей площади 2 тыс. га. В 2011 г. очаги короэда-типографа были выявлены во всех лесничествах Московской области. Их площадь составила 18 тыс. га. В 2012 г. площадь очагов увеличивалась и достигла 25 тыс. га.

Распределение площади ельников по степени заселения деревьев ели короэдом-типографом в очагах массового размножения в 2009 – 2012 гг. представлено в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Распределение площади очагов короэда-типографа в 2009 – 2012 гг. по степени развития очага

Год	Степень заселенности от общей площади очагов, %			Общая площадь очагов, га
	слабая (11-20 %)	Средняя (21-30 %)	сильная (31 % и более)	
2009	100,0	–	–	546,1
2010	33,5	48,3	18,2	2033,6
2011	25,0	12,9	62,1	18026,3
2012	21,9	15,1	63,0	25358,0

Как видно из таблицы 2.3, в 2009 г. была отмечена во всех очагах слабая степень заселенности, в 2010 г. – преобладала средняя степень заселенности (48,4 % от общей площади очагов типографа), в 2011 – 2012 гг. преобладала сильная степень заселенности (62-63 %). Увеличение площади погибших ельников с 2009 по 2012 гг. и степень заселения типографом деревьев ели в очагах свидетельствовали, что началом вспышки массового размножения следует считать 2010 г. Ослабленные засухой деревья начал массово заселять типограф во второй половине лета 2010 г. (таблицы 2.1, 2.2 и 2.3). Эта стадия массового размножения закончилась в 2010 г. Фаза роста численности была кратковременной и реализовалась местами в 2010 г. и первой половине 2011 года. Фаза максимальной численности вредителя в некоторых лесничествах (Бородинском, Звенигородском) на

западе и северо-западе Московской области распространилась уже в 2011 г., и, в общем, по Московской области – в 2012 г. В части лесничеств в 2012 г. локально в очагах наступила фаза кризиса. На это указывает уменьшение площади очагов (25 тыс. га) по сравнению с площадью поврежденных насаждений короедом-типографом (40 тыс. га). На всей территории при этом отмечалось запаздывание в образовании и развитии очагов при движении с запада на восток Московской области.

Вспышка размножения короеда-типографа 2010 – 2012 гг. была эруптивной, масштабной, пандемической, местами растянута во времени и интенсивно развивалась с каждым годом. Она началась практически сразу после ослабления ельников засухой, что обычно не характерно для развития очагов стволовых вредителей [29, 80]. Это произошло из-за того, что в Московской области уже развивались локальные очаги, и вовремя неубранная захламленность в виде ветровальных и буреломных деревьев, ослабленных засухой, стали кормовой базой для развития популяции короеда. Вспышка массового размножения вредителя достигла максимума в 2012 г., т.е. через 2 года после засухи. Похожее развитие ситуации отмечал *Cristiansen E.* [133] при усыхании ельников в Норвегии и Швеции.

Градация фаз развития популяции типографа по популяционным показателям на моделях характеризует развитие очагов на определенной территории. Для прогноза необходим совместный анализ популяционных показателей в очагах вредителя и данных о площадях очагов, степени их заселенности. Следует отметить, что проведение анализа модельных деревьев в очагах стволовых вредителей необходимо одновременно во всех лесничествах области, где были зарегистрированы очаги. Это помогает составить схему распространения очагов и представить пространственно-временное развитие популяции вредителя, а не последствий его жизнедеятельности в виде усыханий, как для отдельных лесничеств, так и Московской области одновременно, а также оптимизировать повторные учеты на постоянных пунктах наблюдений и закладку новых пунктов учета.

ГЛАВА 3. САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Основой наземного лесопатологического мониторинга является система постоянных пунктов наблюдений. Они обеспечивают репрезентативность выборки при достаточном количестве, а для отражения динамики состояния насаждений всегда необходимы длительные наблюдения [115].

Государственный лесопатологический мониторинг проводится ФБУ «Российским центром защиты леса» с применением сети постоянных пунктов наблюдений, количество которых и расположение определялось с учетом стратификации древостоев [33, 109]. На основе полученных данных составляются ежегодные Обзоры [87-91]. Данная часть исследования направлена на анализ информативности и точности показателей санитарного состояния насаждений и методов их обработки на примере процесса деградации ельников для оптимизации системы лесопатологического мониторинга.

3.1 Динамика санитарного состояния ельников в преддверии массового ослабления 2010 года

Перед началом массового усыхания ельников состояние насаждений на пунктах наблюдений не было одинаковым по всей Московской области. Для выявления негативных тенденций были отобраны данные повторных учетов на одних и тех же постоянных пунктах наблюдений в ельниках 24 участковых лесничеств (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Основные таксационные характеристики ельников, обследованных в 2008 – 2010 гг.

<i>Происхождение, %</i>						
Естественное			Лесные культуры			
85			15			
<i>Доля ели в составе насаждения, %</i>						
4 единицы в со- ставе	5	6	7	8	9	10
11	22	22	15	22	4	4
<i>Возраст насаждений, %</i>						
0-20 лет	21 – 40	41 – 60	61 – 80	81 – 100	101 – 120	
7	7	4	26	45	11	
<i>Полнота, %</i>						
0,6		0,7			0,8	
41		48			11	
<i>Бонитет, %</i>						
Первый		Второй			Третий	
85		11			4	
<i>Тип леса, %</i>						
Ельник широколиственный		Ельник-черничник майниковый			Ельник-черничник широколиственный	
15		4			81	

Большая часть ельников (таблица 3.1) – спелые среднеполнотные насаждения первого класса бонитета естественного происхождения. Преобладающий тип леса – ельник-черничник широколиственный. Основная доля ельников относится к спелым насаждениям и достигла возраста рубки [119], что определяло эти насаждения как потенциально восприимчивые к негативному влиянию факторов внешней среды. Для выявления негативных отклонений в насаждениях были рассчитаны основные показатели санитарного состояния древостоев за каждый год (таблицы 3.2 – 3.4).

Таблица 3.2 – Состояние деревьев ели на постоянных пунктах наблюдений в 2008 году

Участковое лесничество	Распределение деревьев ели по категориям состояния, %						Средняя категория состояния	Текущий отпад, %	Общий отпад, %
	1	2	3	4	5	6			
Башкинское	82,2	14,1	2,2	0,0	1,5	0,0	1,2	1,5	1,5
Верхне-Клязьминское	62,5	30,0	5,0	0,0	0,0	2,5	1,5	0,0	2,5
Веселевское	57,6	35,9	3,8	0,0	0,0	2,8	1,6	0,0	2,8
Волоколамское	81,8	3,0	15,2	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
Вышегородское	39,1	25,0	13,0	2,2	0,0	20,7	2,6	2,2	22,8
Дороховское	61,2	30,2	5,2	0,0	0,0	3,5	1,6	0,0	3,5
Истринское	67,5	16,9	3,6	0,0	0,0	12,1	1,8	0,0	12,1
Красноармейское	43,8	36,0	13,5	1,1	1,1	4,5	1,9	2,2	6,7
Краснополянское	91,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0
Луковское	58,5	19,8	11,3	0,0	0,9	9,4	1,9	0,9	10,4
Назарьевское	72,4	24,1	3,5	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
Нарское	75,4	21,5	0,0	0,0	0,0	3,1	1,4	0,0	3,1
Нестеровское	67,7	16,1	12,9	3,2	0,0	0,0	1,5	3,2	3,2
Ногинское	69,6	20,7	5,4	0,0	0,0	4,4	1,5	0,0	4,4
Озерецкое	79,8	13,5	1,1	0,0	3,4	2,3	1,4	3,4	5,6
Осташевское	76,6	16,0	6,4	1,1	0,0	0,0	1,3	1,1	1,1
Пионерское	80,8	15,8	1,7	0,0	0,8	0,8	1,3	0,8	1,7
Поваровское	84,2	9,5	2,1	1,1	1,1	2,1	1,3	2,1	4,2
Пригородное	55,3	23,7	13,2	7,9	0,0	0,0	1,7	7,9	7,9
Сходненское	66,7	9,3	1,9	0,0	7,4	14,8	2,2	7,4	22,2
Таракановское	89,4	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0
Учебно-Опытное	81,4	10,5	3,5	1,2	0,0	3,5	1,4	1,2	4,7
Шаховское	73,9	18,5	3,1	4,6	0,0	0,0	1,4	4,6	4,6
Ядровское	78,4	11,4	1,1	0,0	0,0	9,1	1,6	0,0	9,1
Статистические характеристики									
Среднее значение ± ст.откл	70,7± 2,7	18,3± 1,7	5,4±10	0,9± 0,4	0,7± 0,3	3,4± 1,1	1,5±0,1	1,6±0,5	5,6±1,2

Как видно из таблицы 3.2, в 2008 г. значение доли деревьев ели без признаков ослабления варьировалось от 39,1 % в Вышегородском до 91,7 % в Краснополянском лесничествах, в среднем – 70,7 %. Доля второй категории изменялась от 3,6 % в Волоколамском до 35,9 % в Красноармейском лесничествах, в среднем – 18,3 %. Доля сильно ослабленных деревьев варьировалась от 0,0 % в трех лесничествах до 15,1 % в Волоколамском лесничестве, в среднем – 5,4 %. В категории усыхающих насаждений уровень значений доли составлял от 0,0 % в 17 лесничествах до 7,9 % в Пригородном лесничестве, в среднем – 0,9 %. Доля свежего сухостоя варьировалась от 0,0 % в 17 лесничествах до 7,4 % в Сходненском лесничестве, в среднем – 0,7 %. Доля старого сухостоя составляла от 0,0 % в 9 лесничествах до 20,7 % в Вышегородском лесничестве, в среднем – 4,0 %.

Значения средней категории состояния изменялись от 1,1 в Краснополянском и Таракановском лесничествах до 2,6 в Вышегородском лесничестве, в среднем – 1,5. Доля текущего отпада составляла от 0,0 % в 11 лесничествах до 7,9 % в Пригородном лесничестве, в среднем – 1,6 %. Доля общего отпада изменялась от 0,0 % в 4 лесничествах до 22,0 % в Сходненском и Вышегородском лесничествах.

Следует отметить, что в Пригородном и Сходненском лесничествах значения текущего отпада превышали норму естественного отпада [74]. В Вышегородском, Истринском и Сходненском лесничествах было отмечено накопление захламленности, что свидетельствовало о локальных участках ельников с нарушенной биологической устойчивостью.

Таблица 3.3 – Состояние деревьев ели на постоянных пунктах наблюдений в 2009 году

Участковое лесничество	Распределение деревьев ели по категориям состояния, %						Средняя категория состояния	Текущий отпад, %	Общий отпад, %
	1	2	3	4	5	6			
Башкинское	84,1	12,9	1,5	0,0	0,8	0,8	1,2	0,8	1,5
Верхне- Клязьминское	61,9	31,0	4,8	0,0	0,0	2,4	1,5	0,0	2,4
Веселевское	19,8	73,6	3,8	0,0	0,0	2,8	2,0	0,0	2,8
Волоколамское	81,8	3,0	15,2	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
Вышегородское	38,0	26,1	13,0	2,2	0,0	20,7	2,6	2,2	22,8
Дороховское	44,0	45,7	6,9	0,0	0,0	3,5	1,8	0,0	3,5
Истринское	67,5	16,9	3,6	0,0	0,0	12,1	1,8	0,0	12,1
Красноармейское	43,8	36,0	13,5	1,1	1,1	4,5	1,9	2,2	6,7
Краснополянское	89,2	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0
Луковское	65,3	22,1	12,6	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0
Назарьевское	72,4	24,1	3,5	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
Нарское	78,1	18,8	0,0	0,0	0,0	3,1	1,3	0,0	3,1
Нестеровское	48,4	35,5	12,9	3,2	0,0	0,0	1,7	3,2	3,2
Ногинское	72,7	21,6	5,7	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
Озерецкое	79,8	13,5	1,1	0,0	3,4	2,3	1,4	3,4	5,6
Осташевское	60,6	31,9	6,4	1,1	0,0	0,0	1,5	1,1	1,1
Пионерское	80,3	15,6	1,6	0,0	0,8	1,6	1,3	0,8	2,5
Поваровское	85,0	8,6	2,2	1,1	1,1	2,2	1,3	2,2	4,3
Пригородное	55,3	23,7	13,2	7,9	0,0	0,0	1,7	7,9	7,9
Сходненское	66,7	9,3	1,9	0,0	7,4	14,8	2,2	7,4	22,2
Таракановское	83,1	16,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0
Учебно-Опытное	81,2	10,6	4,7	1,2	0,0	2,4	1,4	1,2	3,5
Шаховское	60,0	32,3	3,1	4,6	0,0	0,0	1,5	4,6	4,6
Ядровское	85,2	5,7	0,0	0,0	0,0	9,1	1,5	0,0	9,1
Статистические характеристики									
Среднее значение ± ст. откл	66,8±3,7	22,7±3,1	5,4±1,0	0,9±0,4	0,6± 0,3	3,4±1,1	1,6±0,1	1,5±0,5	5,0± 1,3

Из таблицы 3.3 следует, что в 2009 г. в некоторых лесничествах изменилось соотношение деревьев разных категорий состояния. Минимум доли деревьев первой категории уменьшился в 2 раза и составил 19,8 %, а максимум доли деревьев второй категории возрос до 73,6 % в Веселевском лесничестве. Среднее значение деревьев второй категории по сравнению с 2008 г. увеличилось в 1,5 раза и составило 22,7 %. В шести лесничествах (Веселевском, Дороховском, Краснополянском, Нестеровском, Таракановском, Шаховском) увеличилось количество ослабленных елей в 2009 г. в 1,3 – 2,2 раза по отношению к 2008 г.

Доля сильно ослабленных, усыхающих и усохших деревьев не изменилась по сравнению с 2008 г. В 2009 г. выявлена тенденция ослабления деревьев ели и перехода их из первой во вторую категорию, но в то же время не отмечено новых усыханий в лесничествах. Это объясняется отсутствием сильного воздействия факторов внешней среды.

Таблица 3.4 – Состояние деревьев ели на постоянных пунктах наблюдений в 2010 году

Участковое лесничество	Распределение деревьев ели по категориям состояния, %						Средняя категория состояния	Текущий отпад, %	Общий отпад, %
	1	2	3	4	5	6			
Башкинское	64,2	22,0	11,0	1,8	0,9	0,0	1,5	2,8	2,8
Верхне-Клязьминское	32,5	52,5	7,5	5,0	0,0	2,5	2,0	5,0	7,5
Веселевское	7,0	72,0	18,0	3,0	0,0	0,0	2,2	3,0	3,0
Волоколамское	75,8	3,0	12,1	9,1	0,0	0,0	1,5	9,1	9,1
Вышегородское	34,8	26,1	13,0	3,3	2,2	20,7	2,7	5,4	26,1
Дороховское	40,5	40,5	13,8	0,9	0,9	3,5	1,9	1,7	5,2
Истринское	67,1	21,9	4,1	6,9	0,0	0,0	1,5	6,9	6,9
Красноармейское	55,9	35,3	2,9	0,0	2,9	2,9	1,7	2,9	5,9
Краснополянское	16,7	66,7	16,7	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0
Луковское	62,8	23,4	13,8	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0

Участковое лесничество	Распределение деревьев ели по категориям состояния, %						Средняя категория состояния	Текущий отпад, %	Общий отпад, %
	1	2	3	4	5	6			
Назарьевское	51,7	34,5	10,3	3,5	0,0	0,0	1,7	3,5	3,5
Нарское	64,4	25,4	8,5	0,0	0,0	1,7	1,5	0,0	1,7
Нестеровское	36,7	46,7	13,3	3,3	0,0	0,0	1,8	3,3	3,3
Ногинское	73,6	20,7	5,8	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
Озерецкое	60,0	30,6	8,2	0,0	1,2	0,0	1,5	1,2	1,2
Осташевское	47,3	36,6	16,1	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0
Пионерское	66,4	28,6	3,4	0,0	0,0	1,7	1,4	0,0	1,7
Поваровское	56,7	27,8	12,2	1,1	2,2	0,0	1,6	3,3	3,3
Пригородное	55,3	23,7	10,5	10,5	0,0	0,0	1,8	10,5	10,5
Сходненское	48,7	33,3	7,7	5,1	2,6	2,6	1,9	7,7	10,3
Таракановское	48,4	39,1	7,8	3,1	1,6	0,0	1,7	4,7	4,7
Учебно-Опытное	43,4	39,8	9,6	2,4	2,4	2,4	1,9	4,8	7,2
Шаховское	21,8	60,0	18,2	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0
Ядровское	58,1	12,9	25,8	3,2	0,0	0,0	1,7	3,2	3,2
Статистические характеристики									
Среднее значение±ст.откл	49,5±3,6	34,3±3,3	11,2±1,1	2,6±0,6	0,7±0,2	1,6±0,9	1,8±0,1	3,3±0,6	4,9±1,1

В 2010 г. (таблица 3.4) ситуация во многих лесничествах изменилась. Доля деревьев ели без признаков ослабления варьировалась от 7,0 % в Веселевском до 75,8 % в Волоколамском участковых лесничествах, при этом среднее значение составляло 49,5 %, что в 1,3 раза меньше, чем в 2009 г. Доля ослабленных елей изменялась от 3,0 % в Волоколамском лесничестве до 72,0 % в Веселевском, среднее значение составило 34,5 %, что в 1,5 раза больше, чем в 2009 г. Доля сильно ослабленных деревьев ели изменялась от 2,9 % в Красноармейском до 25,8 % в Ядровском лесничествах, в среднем – 11,2 %, что в 2 раза больше, чем в 2009 г. Процент усыхающих деревьев достиг 10,9 в

Пригородном лесничестве, в среднем составил 2,6, что в 3 раза больше, чем в 2009 г. Доля свежеусохших деревьев достигла 2,9 % в Красноармейском лесничестве, в среднем – 0,7 %. Максимальный процент старого сухостоя по-прежнему был отмечен в Вышегородском участковом лесничестве, в среднем – 1,6 %.

Динамика показателей санитарного состояния на постоянных пунктах наблюдений в 2010 г. показала, что значение средней категории состояния, по сравнению с 2009 г., увеличилось в 1,1 раза и составило 1,8 %, при этом максимум отмечен в Вышегородском лесничестве на уровне 2,7 %. Было выявлено в 2010 г. появление усыхающих и усохших деревьев ели в количестве, превышающем естественные нормы отпада, в Верхне-Клязьминском – 5,0 %, Волоколамском – 9,1 %, Истринском – 6,9 %, Сходненском лесничестве – 7,7 %. В Учебно-Опытном, Пригородном, Поваровском, Красноармейском, Вышегородском, Башкинском участковых лесничествах текущий отпад увеличился в 1,3 – 4,1 раза. В 2010 г. средний текущий отпад увеличился в 2,2 раза и составил 3,3 %. Значение общего отпада осталось на прежнем уровне 5,0 %.

Определение лесничеств, в которых значения текущего отпада выше естественной нормы, а значения средней категории состояния показывали ослабление (таблица 3.5), было важно для планирования лесопатологических обследований в последующие годы и передачи информации в лесничества для планирования профилактических лесохозяйственных (лесозащитных) мероприятий.

Таблица 3.5 – Лесничества с ослабленными ельниками и текущим отпадом, превышающим естественные нормы

Участковое лесничество	Ослабленные (СКС 1,6 – 2,5)			Сильно ослабленные (СКС 2,6 – 3,5)			Текущий отпад более 5,0 %		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Верхне-Клязьминское			+						+
Веселевское	+	+	+						
Вышегородское	+				+	+			+
Дороховское	+	+	+						
Истринское		+		+					+
Красноармейское	+	+	+						
Краснополянское			+						
Назарьевское			+						
Нестеровское	+	+	+						
Поваровское			+						
Пригородное	+	+	+				+	+	+
Сходненское	+	+	+				+	+	+
Таракановское			+						
Учебно-Опытное			+						
Шаховское			+						
Ядровское			+						

Как видно из таблицы 3.5, ослабление насаждений в течение 3-х лет с превышением нормы естественного отпада наблюдалось в Пригородном и Сходненском участковых лесничествах. Ослабленные ельники в 2008 – 2010 гг., где отпад не превышал значений естественного отпада, были отмечены в Веселевском, Дороховском, Красноармейском, Нестеровском лесничествах.

В Вышегородском лесничестве насаждения из группы ослабленных стали сильно ослабленными в 2009 и 2010 гг., при этом текущий отпад превысил 5 % в 2010 г., а количество старого сухостоя в течение 3-х лет составляло 20 %.

В 2010 г. ослабли ельники в Верхне-Клязьминском, Истринском лесничестве с превышением нормы отпада, а в Краснополянском, Назарьевском, Поваровском, Таракановском, Учебно-Опытном, Шаховском, Ядровском участковых лесничествах без превышения нормы отпада.

Анализ данных с одних и тех же пробных площадей позволил выделить лесничества с ослабленными еловыми насаждениями. Вследствие чего выявлено несколько разных тенденций.

Ослабление в 2008 г. началось в 2 лесничествах с превышением значений естественного отпада (около 7 %) в ельниках 80 и 95 лет с долей ели в составе 8 – 9 единиц полнотой 0,7 и сохранилось в последующие 2 года, т.к. большинство насаждений достигло возраста, когда восприимчивость древостоя к воздействию негативных факторов усиливается.

В течение трех лет значение средней категории состояния превышало 1,5 на постоянных пунктах наблюдений в ельниках 75 – 100 лет с долей ели в составе 5 – 6 единиц полнотой 0,7.

В Вышегородском лесничестве в чистом ельнике возрастом 110 лет с долей ели в составе 6 единиц, полнотой 0,7 в 2008 г. было отмечено наличие старого сухостоя, что явно служило основанием для проведения уборки захламленности. В 2010 г. на этом участке зафиксировано усыхание ели более 5 % и насаждения перешли в категорию сильно ослабленных.

В 2010 г. ослабление при наличии патологического отпада было обнаружено в смешанных ельниках 95 лет полнотой 0,6 – 0,7, с отпадом в границах естественного изреживания – в совершенно разных по возрасту и составу ельниках.

Локальное ослабление, отмечавшееся в старовозрастных ельниках Московской области с 2008 г., свидетельствовало или о недостаточной эффективности лесозащитных мероприятий, или об их отсутствии. В 2009 г. отмечена тенденция ослабления части жизнеспособных ельников на постоянных пунктах наблюдений от, незначительных по силе, внешних воздействий, что должно было послужить сигналом к усиленному надзору за насаждениями (особенно вблизи уже ослабленных) в перечисленных лесничествах (таблица 3.5). В 2010 г. произошло масштабное ослабление и локальное усыхание старовозрастных ельников на территории большинства лесничеств.

Данный вид анализа демонстрирует эффективность ежегодного обследования постоянных пунктов наблюдений. Это позволяет отслеживать общие изменения состояния насаждений, использовать данные как для практического использования в лесничествах, так и с целью изучения развития патологических процессов, выявления лесотаксационных характеристик уязвимых древостоев для прогнозирования развития патологических процессов в определенных насаждениях.

3.2 Санитарное состояние ельников с 2009 по 2012 гг.

В 2010 г. в Московской области отмечено начало повреждения ельников [89]. В 2011 и 2012 гг. зафиксировано их масштабное усыхание. Для получения динамики санитарного состояния еловых насаждений проведен анализ перечетов в 2009 – 2012 гг., где элементарной единицей является постоянный пункт наблюдений. Выборка представляла собой данные с разных пунктов наблюдений в еловых насаждениях и отразила происходившие изменения значений показателей санитарного состояния в масштабах области. Общее распределение деревьев ели по категориям состояния в ежегодной динамике по региону представлено на рисунке 3.1, и характеризует структурные изменения санитарного состояния насаждений.

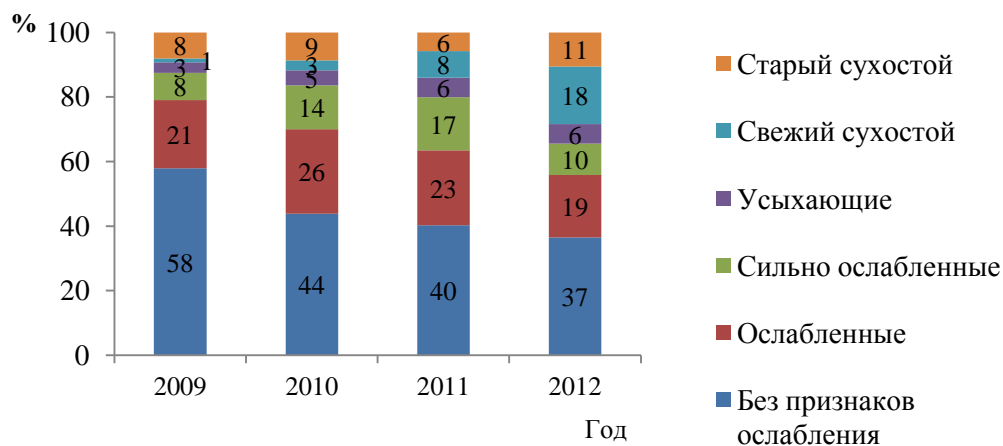


Рисунок 3.1 Распределение деревьев ели на постоянных пунктах наблюдений по категориям состояния

Из рисунка 3.1 следует, что доля деревьев первой категории в 2009 г. составляла более 50 % в общей выборке. В 2010 г. доля снизилась до 44 %, в 2011 и 2012 гг. стала меньше на 4 %. При этом не было выявлено увеличения количества ослабленных деревьев ели в 2009 г., как это показал предыдущий метод анализа. В 2012 г. доля деревьев без признаков ослабления сократилась в 1,6 раза по сравнению с 2009 г.

Количество ослабленных деревьев увеличилось на 5,1 % в 2010 г. по сравнению с 2009 г. и составило 26,2 %. В 2012 г. доля ослабленных деревьев сократилась в 1,8 раза и составила 16,1 %.

Доля сильно ослабленных елей на постоянных пунктах наблюдений составляла в 2009 – 2010 гг. 8 – 13,6 %. В 2011 г. она увеличилась в 1,2 раза по сравнению с 2010 г., до 16,5 %, затем в 2012 г. уменьшилась на 6,7 %.

Среднее значение доли усыхающих деревьев ели увеличилось до 4,6 % в 2010 г. и постепенно возросло до 6,0 % в 2012 г.

Доля деревьев свежего сухостоя увеличилась в 2,5 раза в 2010 г. (3,1 %), в 2011 г. – в 2,6 раза (8,3 %), в 2012 г. – в 2,1 раза (17,9 %). Доля свежесохших деревьев быстро росла. При ведении наземного лесопатологического мониторинга усохшие постоянные пункты наблюдений необходимо учитывать в отчетном году и закладывать новые в последующий год. По нашему мнению, данные перечета погибших деревьев обязательно должны входить в выборку текущего года обследования, чтобы не занижать значения текущего и общего отпада.

В 2011 и 2012 гг. увеличилось количество усыхающих (4 – 6 %) и усохших деревьев (3 – 18 %) частично за счет усыхания деревьев из группы жизнеспособных елей (1 – 3 категории состояния). Особенно это заметно в 2012 г., когда было отмечено резкое снижение доли жизнеспособных деревьев. Для выявления динамики изменения состояния ельников на основе шести категорий состояния были рассчитаны средняя категория состояния, текущий и общий отпады и их статистические характеристики (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Основные статистические характеристики показателей санитарного состояния ельников на постоянных пунктах наблюдений

Показатели	Текущий отпад				Общий отпад				Средневзвешенная категория состояния			
	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012
Количество наблюдений	84	90	29	33	84	90	29	33	84	90	29	33
Среднее значение	4,4	7,7	14,3	23,9	12,5	16,3	20,0	34,4	1,9	2,2	2,4	2,8
Ошибка средней	0,8	1,1	3,4	5,2	1,7	1,9	4,2	5,7	0,1	0,1	0,2	0,2
Минимум доверительного интервала	2,9	5,5	7,4	13,2	9,2	12,6	11,4	22,9	1,8	2,0	2,0	2,4
Максимум доверительного интервала	6,0	9,9	21,1	34,6	15,8	20,1	28,7	46,0	2,1	2,4	2,7	3,8
Стандартное отклонение	7,1	10,6	18,1	30,1	15,3	17,9	22,8	32,7	0,8	0,9	1,0	1,3
Коэф. вариации	161,2	137,6	127,3	126,2	122,6	109,8	113,8	94,9	40,0	38,3	41,3	44,7
Ошибка средней	0,8	1,1	3,4	5,2	1,7	1,9	4,2	5,7	0,1	0,1	0,2	0,2
Точность оценки данных ППН*, %	18	14	24	22	14	12	21	17	5	5	8	7
Оптим. колич. ППН при ошибке точности $\pm 20\%$ *	68	50	40	40	37	30	32	23	4	4	4	5

* при уровне вероятности $p \geq 0.95$

Как видно из таблицы 3.6, в Московской области значения средней категории состояния показывали ослабление ельников в 2009 – 2012 гг. Ежегодно

среднее значение средней категории состояния возрастало в 1,1 – 1,2 раза. Действительно, в 2012 г. значение средней категории состояния увеличилось в 2 раза по сравнению с 2009 г. и превысило 2,5. Такой уровень значений показывал сильное ослабление еловых насаждений в Московской области. В 2010 и 2012 гг. были найдены постоянные пункты наблюдений, на которых большинство деревьев ели погибло. Из-за этого значение ежегодного максимума средней категории состояния сильно изменялось в течение 5 лет. Началом массового ослабления ельников можно считать 2010 г., когда наметилась тенденция увеличения средней категории состояния. В 2012 г. наблюдался пик усыхания, когда значение средней величины категории состояния достигло максимума.

Похожая тенденция увеличения ежегодных средних значений наблюдалась при анализе текущего и общего отпада. Усыхание разной интенсивности наблюдалось в ельниках в течение четырех лет. Темпы увеличения значений показателей увеличивались, начиная с 2010 г., в 1,7 – 1,9 раза. В целом, с 2009 г., когда среднее значение текущего отпада составляло 4,4 %, размеры усыхания ели увеличились почти в 6 раз и остановились в 2012 г. на уровне 23,9 %.

Соответственно текущему отпаду изменялась динамика общего отпада. В 2009 г. отмечено начало увеличения его размеров ежегодно в 1,3 – 1,7 раза. Среднее значение общего отпада с 12,5 % в 2009 г. увеличилось до 34,4 % в 2012 г. Максимальное значение общего отпада ежегодно было больше текущего отпада и показывало значительную захламленность в еловых насаждениях. Такие участки леса относились к насаждениям, утратившим устойчивость, и нуждались в проведении санитарно-оздоровительных мероприятий.

Периоды усыхания ельников можно проследить по размерам и темпам роста значений показателей санитарного состояния насаждений. Начало усыхания характеризовалось увеличением значений показателей, а пик усыхания – максимальным темпом увеличения значений показателей. Так, по значениям текущего и общего отпада, 2010 г. стал началом усыхания ельников в Московской области, а 2012 г. – пиком усыхания.

Для анализа еловых древостоев по степени текущего и общего отпада и величине средней категории состояния определили основные статистические показатели: доверительный интервал, стандартное отклонение, ошибку среднего значения показателя, коэффициент вариации. Статистический анализ показателей за 2009 – 2012 гг. представлен в таблице 3.6.

Следует отметить (таблица 3.6), что количество постоянных пунктов наблюдений изменялось от года к году: наибольшее их количество – в 2009 г. (84 пункта) и в 2010 г. (90 пунктов), наименьшее – в 2011 г. (29 пунктов). Это связано с тем, что постоянные пункты наблюдений обследовались иногда 1 раз в 2 года, а в 2011 и 2012 гг. уменьшение повторных пересчетов на постоянных пунктах наблюдений произошло из-за увеличения трудозатрат на другие виды работ.

Первой статистической характеристикой стал доверительный интервал, описывающий выборку с уровнем вероятности 0,95. Интервал увеличивался с возрастанием среднего значения показателей санитарного состояния. В доверительный интервал не входили нулевые значения, а также диапазон увеличивался при уменьшении объема выборки. Стандартное отклонение у текущего и общего отпадов превышало среднее значение ежегодно, что показывало большой разброс значений в выборках, а у средней категории состояния – значение стандартного отклонения мало отличалось от среднего. Настоящим подтверждается, что значение средней категории состояния легче предсказать и использовать в долгосрочных прогнозах. Вариабельность текущего отпада показывает его малопригодным показателем для долгосрочного прогнозирования. Этот показатель является наиболее чувствительным к ежегодным тенденциям и может быть применим в краткосрочном прогнозировании.

Ошибка среднего значения зависит от количества наблюдений. Она увеличивается при уменьшении выборки и наоборот. Это было отражено в таблице 3.6. С помощью ошибки был определен уровень достоверности данных – полученные значения превысили критерий Стьюдента из справочной таблицы. Отсюда можно сделать вывод, что все результаты достоверны. Дополнительно

рассчитана ошибка точности выборки, по значениям которой определили, что оценки состояния насаждений в регионе находятся в рамках заданной точности $\pm 20\%$, превышая его от 2 до 4 % в 2011 и 2012 гг. при подсчете текущего отпада в результате изменения количества ППН в ежегодных выборках.

Степень вариации у текущего и общего отпада почти всегда более 100 %, что определило выборку как неоднородную. Эти показатели неустойчивы во времени, но наиболее чувствительны и информативны для отражения происходящих негативных процессов в лесах. Они важны при принятии оперативных решений о проведении лесохозяйственных мероприятий. У средней категории состояния коэффициент вариации находился на уровне 30-40 % за разные годы.

Так, значения средней категории состояния в большинстве случаев находятся в границах доверительного интервала. Этот показатель наиболее пригоден для выявления динамики устойчивости лесных экосистем в долгосрочном прогнозировании.

Текущий и общий отпады переменны и чувствительны к происходящим процессам в лесу, но мало предсказуемы на многолетние периоды времени. Из-за этого их прогнозирование затруднительно, но выборки достоверны и точны вне зависимости от ежегодного количества обследованных постоянных пунктов наблюдений.

Еще в таблице 3.6 приведены данные по оптимизации количества учетов на постоянных пунктах наблюдений в зависимости от стадии протекания патологического процесса: 2009 г. – период общего «устойчивого состояния» еловых насаждений, 2010 г. – начало усыхания, 2011 г. – нарастание усыхания, 2012 г. – пик усыхания. Приведенные показатели можно использовать в дальнейших обследованиях на любых постоянных пунктах наблюдений при наличии прогноза развития ситуации на следующий год наблюдений. Идентично можно рассчитывать оптимальное количество пунктов наблюдений для анализа состояния насаждений в лесничествах и стратах.

Для выявления особенностей пространственного распределения пунктов рассчитана встречаемость постоянных пунктов наблюдений (частота обнару-

жения количества поврежденных ППН). Результаты для средней категории состояния классифицированы согласно характеристике насаждений [113], а для текущего и общего отпада выделены отдельно нулевые значения, до 5 %, далее интервалы составляли 10 %.

Динамика показателей отражала общие тенденции развития санитарной ситуации в лесах, но не показывала пространственное распределение учетных единиц и их влияния на общую совокупность.

Распределение количества постоянных пунктов наблюдений менялось во времени и выражало количественные (площадные) тенденции усыхания. Встречаемость (частота обнаружения) подсчитана для средней категории состояния, текущего и общего отпада в таблицах 3.7 и на рисунках 3.4 а, б и 3.5 а, б.

Таблица 3.7 – Распределение постоянных пунктов наблюдений по значениям средневзвешенной категории состояния

Средневзвешенная категория состояния	Распределение постоянных пунктов наблюдений по значениям средневзвешенной категории состояния							
	2009		2010		2011		2012	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Здоровые (1,00 – 1,50)	31	36,9	18	20,0	6	20,7	4	12,1
Ослабленные (1,51 – 2,50)	39	46,4	43	47,8	13	44,8	12	36,4
Сильно ослабленные (2,51 – 3,50)	11	13,1	22	24,4	6	20,7	9	27,2
Усыхающие (3,51 – 4,50)	3	3,6	5	5,6	4	13,8	2	6,1
Погибшие (более 4,50)	0	0,0	2	2,2	0	0,0	6	18,2
Итого, шт.	84	100,0	90	100,0	29	100,0	33	100,0

По таблице 3.7 можно отметить следующие тенденции: с каждым годом сокращалась доля пунктов постоянных наблюдений (ППН) с ослабленными насаждениями ели – с 46 % в 2009 г. до 36 % в 2012 г., и росла доля сильно ослабленных ельников в общем количестве ППН. В 2009 г. она составляла 16 %, в 2012 г. – 27 %. Также в 2010 и 2012 гг. были выявлены усыхающие ельники, но 2011 г. стал

рекордным по их количеству (14 %). В 2012 г. был отмечен пик усыхания на пунктах, когда усохло почти 20 % ельников.

В 2009 г. доля деревьев ели без признаков ослабления на постоянных пунктах наблюдений составляла 37 %. В 2010 – 2011 гг. их количество снизилось до 20 %, и в 2012 г. – до 12 %. Основная доля ослабленных насаждений в 2009 – 2012 гг. составляла 46 – 54 %, наименьшая доля была отмечена в 2012 г.

В 2010 г. выявлены погибшие насаждения с накопившимся старым сухостоем. Данные этого пункта наблюдений не отражены в выборке 2009 г. Это был очаг корневой губки. Такой случай еще раз подчеркивает важность обследования насаждений на постоянных пунктах наблюдений ежегодно, а при повышенном текущем отпаде на пункте в определенной страте – необходимо обследовать все пункты наблюдений, отнесенных к данной группе, 2 раза в год, чтобы оперативно идентифицировать происходящие локальные изменения в древостоях, для минимизации потерь данных. В 2012 г. наблюдалось максимальное количество погибших постоянных пунктов наблюдений, – оно достигло 18 %.

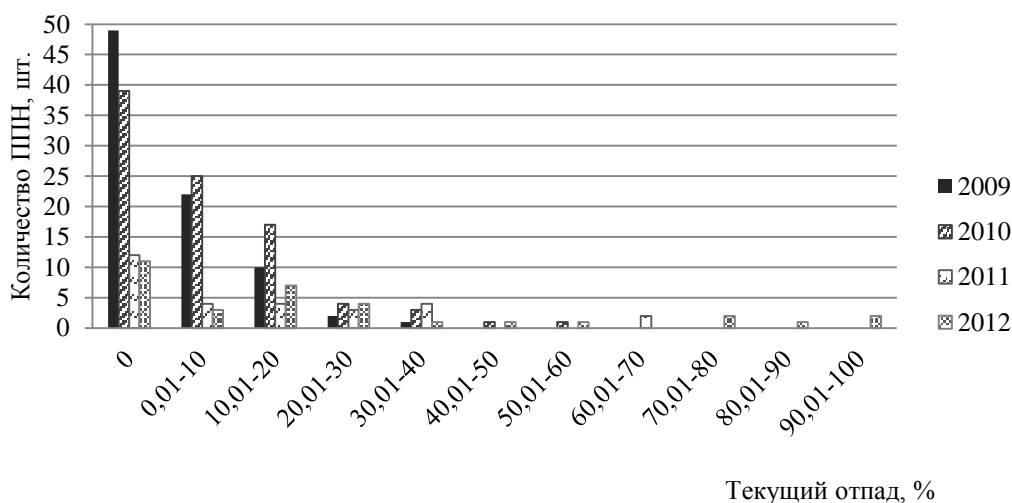


Рисунок 3.2 а Распределение количества постоянных пунктов наблюдений (шт.) по значениям текущего отпада

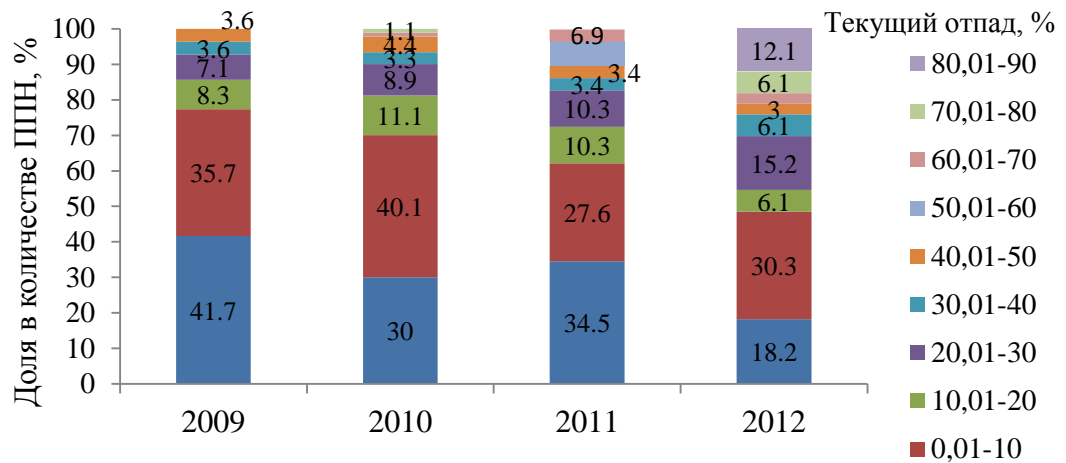


Рисунок 3.2 б Распределение постоянных пунктов наблюдений (ППН)
(доля от общего числа, %) по классам значений текущего отпада

Рисунки 3.2 а и 3.2 б показывают, что с каждым годом интенсивность отпада увеличивалась. В 2009 г. на основной части постоянных пунктов наблюдений (22 – 25 %) доля отпада составила от 4 % до 20 %, и максимальное значение не превышало 40 %. В 2010 г. увеличилось количество ППН с отпадом 10 – 20 %. Их доля составила 18 %. Отпад более 40 % был отмечен уже на двух пунктах. В 2011 г. разброс количества пунктов наблюдений по разным градациям увеличился. По 10 – 13 % составили доли количества ППН в интервалах 4 – 40 % текущего отпада. На двух пунктах текущий отпад превысил значение 60 %. В 2012 г. гибель ельников увеличилась, и разброс встречаемости увеличился по сравнению с предыдущими годами. Отмечено 2 пункта, полностью усохших в 2012 г. Ярко была выражена тенденция увеличения гибели ельников с каждым годом. Итак, в 2009 г. – на 1 ППН (1 %), в 2010 г. – на 4 ППН (21 %), в 2011 г. – на 6 ППН, в 2012 г. – 8 ППН (24 %). Если в 2009 г. усыхание носило локальный характер, то к 2012 г. гибель ельников стала масштабной и затронула четверть ельников Московской области.

Встречаемость постоянных пунктов наблюдений с определенными значениями текущего отпада определила темпы увеличения площади ельников.

Полученные данные о пространственной встречаемости постоянных пунктов наблюдений по всем показателям также определили 2010 г., как начало усыхания ельников в Московской области, а 2012 г. стал пиком усыхания.

3.3 Количественные характеристики деревьев ели на постоянных пунктах наблюдений

Кроме показателей оценки санитарного состояния древостоев, для определения характера отпада в насаждении вычисляется средний диаметр деревьев и диаметр отпада. Если средний диаметр деревьев отпада превышает средний диаметр по насаждению, то отпад определяют как патологический [74]. Для выявления динамики отпада по диаметрам подсчитано распределение деревьев ели по категориям состояния, ступеням толщины ствола и годам обследования ППН (таблица 3.8).

Для группы жизнеспособных деревьев ели (таблица 3.8) средний диаметр дерева в 2012 г. уменьшился по сравнению со средним диаметром 2009 – 2010 гг. на 2 см. При этом доля деревьев ели с диаметром 12 – 32 см оставалась на уровне 11 – 16 % для каждой ступени толщины. Начиная с 2011 г., доля деревьев с диаметром 36 – 44 см уменьшилась.

Диаметр усыхающих елей увеличился в 2010 г. до 22 см, затем в 2011 г. уменьшился до 20 см, в 2012 г. увеличился до 21 см. Особенно заметно увеличение доли деревьев в 2010 г. с диаметром 36 и выше.

Диаметр деревьев свежего сухостоя увеличивался от года к году. В 2009 г. он составлял 19 см, а к 2012 г. – 30 см, причем его максимальное увеличение отмечено еще в 2011 г. Если в 2009 – 2011 гг. доля деревьев 9 – 11 % была отмечена у деревьев диаметром 16 – 28 см, то в 2012 г. она отмечена у деревьев диаметром 32 – 44 см.

Таблица 3.8 – Распределение деревьев ели на постоянных пунктах наблюдений по категориям состояния, %

Количество деревьев	В том числе по ступеням толщины, см																Средний диаметр, см	
	Год	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64		68
Жизнеспособные																		
4430	2009	1	8	12	13	12	12	11	10	7	5	4	2	1	1	0	0	23,1
4637	2010	1	7	12	13	12	13	11	10	7	6	4	2	1	1	0	0	23,2
1259	2011	0	5	17	17	14	12	9	8	6	4	4	2	1	1	0	0	22,5
1117	2012	0	6	16	17	16	14	11	8	4	3	3	2	0	0	0	0	21,2
Усыхающие																		
53	2009	0	8	40	13	19	13	2	2	0	0	4	0	0	0	0	0	16,3
113	2010	1	6	24	15	8	9	5	12	3	9	3	1	4	0	0	0	22,4
40	2011	0	13	38	8	3	13	3	5	0	8	10	0	3	0	0	0	20,3
48	2012	0	2	25	12	8	21	12	10	0	2	6	0	0	2	0	0	21,0
Свежий сухостой																		
24	2009	0	0	22	22	26	13	9	0	4	0	4	0	0	0	0	0	19,3
75	2010	0	9	14	15	18	12	9	9	5	3	3	0	0	1	1	0	21,4
75	2011	0	11	12	4	12	4	7	7	9	7	12	7	1	3	3	1	29,9
174	2012	0	2	3	3	6	17	15	16	16	6	10	3	1	4	0	0	29,4
Старый сухостой																		
133	2009	0	10	20	24	14	10	5	6	5	3	1	2	0	0	0	0	18,8
185	2010	4	14	15	23	13	9	5	5	5	4	2	1	1	0	0	0	18,3
48	2011	0	11	19	23	15	4	2	6	11	2	0	4	0	2	0	0	20,6
71	2012	0	4	13	19	16	7	11	3	6	9	4	3	1	3	1	0	24,6

Таблица 3.8 показывает стабильный средний диаметр старого сухостоя в 2009 г. при значении 18 см и его увеличение в 2012 г. до 24 см. Основная часть накопленного сухостоя имела диаметр 12 – 28 см в 2011 и в 2012 гг., доля елей с диаметром 32 – 40 см была отмечена на уровне 2-11 %.

Средний диаметр учтенных деревьев в 2009 г. составил 22,9 см, в 2010 г. – 23,1 см, в 2011 г. – 22,7 см, в 2012 г. – 22,4 см. Диаметр жизнеспособных деревьев с каждым годом уменьшался (с 23,2 до 21,3 см) и был близок к среднегодовым значениям. Часть из них, причем старшего возраста, потеряла

устойчивость и стала усыхать. Диаметр усыхающих деревьев с 2009 по 2012 гг. увеличивался, но был ниже средних значений по насаждению в целом. Значит, с каждым годом усыхали все более старовозрастные деревья ели. Намного превышал среднегодовые значения диаметр деревьев свежего сухостоя в 2011 и 2012 гг. – на 30-32 % . Это указывало на присутствие негативного воздействия факторов внешней среды и патологический характер отпада в эти годы. В основном усыхали старовозрастные ели, в то время как деревья с меньшими диаметрами медленнее теряли устойчивость. Средний диаметр деревьев старого сухостоя не превышал средних значений, но также постепенно увеличивался с каждым годом. Свежий отпад в 2011 – 2012 гг. был сформирован за счет припевающих, спелых и перестойных елей, погибших в результате ослабления засухой и заселения короедом-типографом.

Для определения динамики состояния деревьев выделены постоянные пункты наблюдений, повторные перечеты на которых проводились ежегодно (10 ППН и 265 деревьев ели). Деревья ели изначально (2009 г.) относились к группе жизнеспособных (1 – 3 категории состояния). По таксационному описанию доля ели в составе от 3 до 10, полнота от 0,7...0,8, возраст от 45 до 95 лет 1 и 2 бонитета. Ельники принадлежали (по типу лесорастительных условий) к группе черничников и сложношироколиственных. Они произрастали, в основном, в Клинском лесничестве, где фаза максимума численности началась в 2011 г. Такие ельники потенциально наиболее восприимчивы для комплекса стволовых вредителей, в первую очередь, короеда-типографа.

При определении ежегодного изменения состояния деревьев ели составлены матрицы перехода из одной категории состояния в другую для 2009 – 2010 гг., 2010 – 2011 гг., 2011 – 2012 гг. Нами рассмотрен процесс ослабления насаждений ели – переход в третью категорию состояния и процесс усыхания жизнеспособных насаждений (переход деревьев из 1 – 3 категорий состояния в текущий отпад).

В 2010 г. количество сильно ослабленных деревьев $N_3 = 0,27N_1 + 0,73N_2$;
количество деревьев текущего отпада $N_5 = 0,33N_1 + 0,17N_2 + 0,31N_3$.

В 2011 г. $N_3 = 0,5N_1 + 0,5N_2$; $N_5 = 0,24N_1 + 0,43N_2 + 0,33N_3$.

В 2012 г. $N_3 = 0,5N_1 + 0,5N_2$; $N_5 = 0,43N_1 + 0,43N_2 + 0,14N_3$,

где N – число деревьев соответствующей категории состояния.

На основе уравнений подсчитана угроза заселения типографом, изложенная в главе 2.

При таком аналитическом подходе, основанном на оптимизации учетов на постоянных пунктах наблюдений, уменьшается количество трудозатрат на повторные перечеты и высвобождаются ресурсы для увеличения количества других видов работ. Контроль статистических характеристик используемых показателей подтверждает их достоверность и заданную точность. Они могут применяться в прогнозировании или при принятии управленческих решений о проведении профилактических или санитарно-оздоровительных лесозащитных мероприятий в конкретных лесничествах или в целом по области. Метод анализа данных учетов на постоянных пунктах наблюдений должен быть системным и предоставлять возможность разноуровневого получения результатов при пространственно-временном подходе.

Полученные пороговые значения показателей санитарного состояния рекомендованы к определению стадий деградации ельников, а оптимальное количество постоянных пунктов наблюдений поможет скорректировать объем работ и распределение ресурсов на другие элементы лесопатологического мониторинга.

Встречаемость постоянных пунктов наблюдений является еще одним видом анализа, показывающим пространственную динамику при выявлении патологических процессов.

ГЛАВА 4. ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЕЛЬНИКОВ

Расширение применения данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) и геоинформационных технологий при оценке риска поражения насаждений является общемировой практикой [140, 147, 148, 150 – 152, 157].

Развитие дистанционных методов регистрации повреждений леса на ранних стадиях основано на изучении древесной растительности, произрастающей в различных условиях воздействия факторов природной среды на лесные экосистемы [23]. Поэтому важно изучать каждый случай деградации лесных насаждений, особенно крупномасштабных, при использовании разных методов мониторинга. На современном этапе большое внимание уделяется интеграции применения наземного и дистанционного способов наблюдения за лесами [27, 110]. А.И. Воронцов и др. [11] отмечали перспективность совместного применения наземного и дистанционного методов наблюдений за состоянием лесов. В этих работах подчеркивалась важность объединения всех видов наблюдений: использования средств дистанционного зондирования для полного охвата лесной территории, повышения точности определения площади повреждений лесов и применение методов динамического картографирования для моделирования и прогнозирования. На данный момент при моделировании в Европе составляются преимущественно краткосрочные прогнозы в силу быстро меняющегося климата [143]. Из вышесказанного следует, что геоинформационные методы стали основой интеграции и анализа разных форматов данных и создания системы защиты леса от вредных организмов [25].

На данный момент созданы геоинформационные технологии для решения задач оперативного мониторинга лесных пожаров, массового размножения насекомых-вредителей леса на федеральном и региональном уровнях, разработаны алгоритмы автоматического дешифрирования пожаров. Достаточно успешно внедрена в практику система автоматического слежения за пожарами при работе со снимками среднего разрешения [21]. Еще одним примером удач-

ного применения картографирования по данным снимков среднего разрешения стало выявление при масштабных сплошных усыханиях ельников в Архангельской области [17].

ФБУ «Российский центр защиты леса» осуществлял внедрение геоинформационных технологий для изучения повреждения лесов ветром и стволовыми вредителями по снимкам Landsat 5-8 [38 – 41]. В результате были получены первые алгоритмы проведения дешифрирования снимков и анализ в ГИС-среде. Использовались комбинации каналов Landsat 5-4-3 и 4-3-2 в условных цветах, улучшающих контрастность изображения для визуально-инструментального метода дешифрирования, принятого в качестве основного способа получения информации. При идентификации поврежденных насаждений применялись прямые признаки дешифрирования: фотометрические (форма, тон, цвет) и структурные (структура, текстура).

Фотометрические признаки используются при дешифрировании любых объектов, в том числе и участков усыхания насаждений.

Форма (контур) поврежденных насаждений могла быть очень разной. Форма часто зависит от породного состава, рельефа, расположения ельников и многих других косвенных признаков.

Тон представляет собой степень яркости предмета на изображении (участка усыхания деревьев на снимке). Тон не является в нашей работе надежным признаком дешифровки изображения, так как зависит от множества факторов: освещенности, прозрачности атмосферы. Изменение тона помогало выявить поврежденный участок и оценить степень повреждения насаждений только в сочетании с таким признаком дешифровки, как цвет.

Цвет – это один из основных признаков, на который можно ориентироваться при выявлении погибших насаждений. Участки усыхания на снимках с «естественными цветами» имеют оттенки от светло- до темно-коричневых (красных).

Текстура – это сочетание элементов изображения на низшем уровне, воспринимаемых как различия яркости на экране. На снимках Landsat – текстура

изображения менее эффективный признак при визуальном дешифрировании, чем на снимках высокого и сверхвысокого разрешения. Структура определяется у поврежденных участков, по которым можно распознать форму и размер. В сочетании эти два признака дают рисунок изображения [43, 44]. В некоторых случаях рисунок изображения был основой для классификации взаимного расположения поврежденных ельников. Затем были отработаны приемы анализа информации дистанционного и наземного мониторинга для характеристики пространственной структуры и динамики усыхания [58].

Дешифрирование космических изображений позволяет выявлять участки повреждения и гибели лесных насаждений. Так, по космической съемке Landsat определяли участки усыхающих и погибших ельников (текущий отпад в среднем 37 % в 2012 г.) (глава 4.2). Универсальность информации, полученной при аэрокосмическом мониторинге, предоставляет возможность выполнять: планирование и проведение аэро- и космических съемок и наземных обследований; комплексную и тематическую интерпретацию полученной информации, направленную на решение конкретных функциональных задач; создание региональных и федеральных баз данных и др. [27].

В случае стихийного бедствия, информацию дистанционного мониторинга можно получить в течение нескольких дней, в отличие от данных наземных обследований.

Созданные на основе полученных данных тематические карты и схемы позволяют в полном объеме оценить размер ущерба в результате того или иного воздействия на леса, выраженного в площадных характеристиках погибших лесов, и наглядно отображают лесозоологическую приуроченность очагов усыхания ельников.

Однако, большинство доступных данных космосъемки обладает низкой детальностью, и поэтому их дешифрирование и интерпретация – достаточно сложный процесс. Алгоритм выявления усыханий решает несколько самостоятельных задач: поиск участков с изменениями в лесном покрове; отделение усыханий от других изменений (рубок, гарей); определение границ выявленных

участков с ослабленными (усохшими) насаждениями. Эти задачи были реализованы при оценке повреждений в ельниках Московской области в 2010 – 2012 гг.

4.1 Пространственно-временные закономерности усыхания еловых лесов

Масштабное усыхание еловых лесов в 2010 – 2012 гг. было обусловлено комплексом факторов, создавших условия для пандемической вспышки массового размножения короеда-типографа и других стволовых вредителей (глава 2.4). Микроочаги и единичные локальные очаги короеда в еловых насаждениях Московской области существовали еще до засухи 2010 г. Одной из характеристик очагов является пространственное распространение усыхания: единичное (1 – 3 дерева), куртинно-групповое, куртинное (до 0,25 га) и сплошное. По мнению Н.И. Федорова и В.В. Сарнацкого [121], диффузно-рассеянное усыхание деревьев в лесу – это процесс естественный, а куртинное усыхание происходит под воздействием какого-либо фактора.

Весной 2010 г. появились группы свежего сухостоя (от 3 до 8 деревьев) в ельниках, где раньше заселенные короедом ветровальные или растущие деревья отмечались только единично. К середине лета заселение растущих елей короедом-типографом привело к образованию куртин поврежденных деревьев. Дать дополнительную количественную характеристику поврежденных насаждений позволил анализ поврежденных участков ельников (рисунок 4.1), выявленных по космическим снимкам территории Московской области в конце 2010 г.

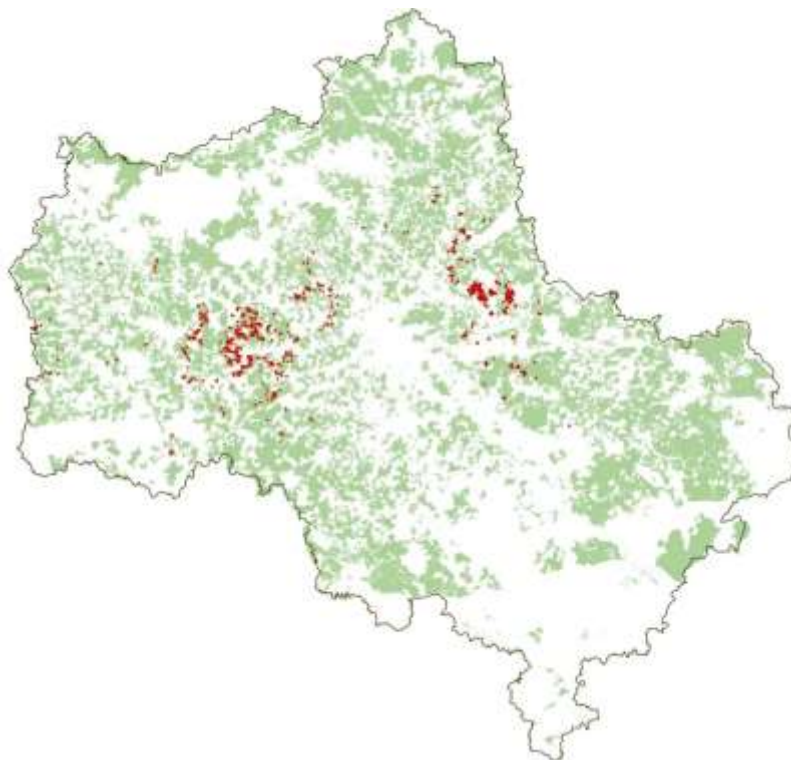


Рисунок 4.1 Участки поврежденных насаждений, выявленные по космическим снимкам на территории Московской области к концу 2010 г.

По данным дистанционного мониторинга площадь поврежденных еловых древостоев в 2010 г. составила около 700 га, количество поврежденных участков – 900. Это произошло в местах, где по данным оперативной отчетности, отмечены ветровалы. В большей степени в 2009 г. пострадали от ураганных ветров насаждения Клинского (360 га), Волоколамского (370 га), Звенигородского (160 га) лесничеств. В 2010 г. ветровалы отмечены в Клинском (2300 га), Звенигородском (900 га), Бородинском (721 га) лесничествах. Очаги массового размножения короеда-типографа обнаружены в еловых насаждениях в Бородинском (715 га), Волоколамском (218 га), Дмитровском (144 га), Звенигородском (324 га), Клинском (298 га), Сергиево-Посадском (52 га), Московском учебно-опытном (171 га) лесничествах. Определение участков погибших ельников и очагов короеда-типографа в начальный период их образования является основным условием для своевременной организации защитных мероприятий и их локализации. Приведенные материалы показывают, что лесопатологический мониторинг с использованием дистанционных средств (космической съемки) поз-

воляет успешно решать эту задачу.

Средняя площадь очага усыхания в 2010 г. была равна 0,7 га. То есть очаги еще имели преимущественно локальный характер. При сравнительно одновременном возникновении локальных очагов на большой территории, их дальнейшее расширение приводит к образованию концентрированных очагов, распространяющихся на сотни и тысячи гектаров [26].

Пандемический очаг короеда-типографа охватил большую территорию (в 2011 г. по данным формы 1-ОЛПМ 18 тыс. га) и развивался синхронно, хотя и территориально разобщено, т.к. сформировался под влиянием причин глобального характера, к которым, прежде всего, следует отнести засуху [67]. Действительно, в 2011 г. усыхание еловых насаждений Московской области происходило стремительно. Наблюдался интенсивный рост численности короеда-типографа в результате развития его сестринских и вторых поколений. В 2011 г., погодные условия которого также оказались благоприятными для развития короеда-типографа, было заселено около 50 % деревьев. К концу июня 2011 г. в древостое насчитывалось 65 – 80 % (по данным постоянных пунктов наблюдений и лесопатологической таксации) деревьев 5-ой и 6-ой категорий состояния, т.е. заселенных и отработанных короедом. Характер усыхания стал в основном куртинным и сплошным. Количество очагов и их площадь существенно увеличились (рисунок 4.2).

По данным дистанционного мониторинга в 2011 г. количество пораженных участков увеличилось в 10,9 раза и достигло 9800 шт. В 2011 г. распространение продолжилось на запад и восток. Площадь поврежденных еловых древостоев выросла в 22,8 раза и составила около 16 тыс. га. Средняя площадь очага усыхания увеличилась не столь значительно (в 2,1 раза) и оказалась равной 1,633 га. Это доказывает то, что вредитель при переходе вспышки в фазу максимума интенсивно расселялся и занимал оптимальные для развития насаждения (преимущественно чистые ельники, ослабленные, спелые и перестойные, средней полноты), которых в этот период было еще достаточно.

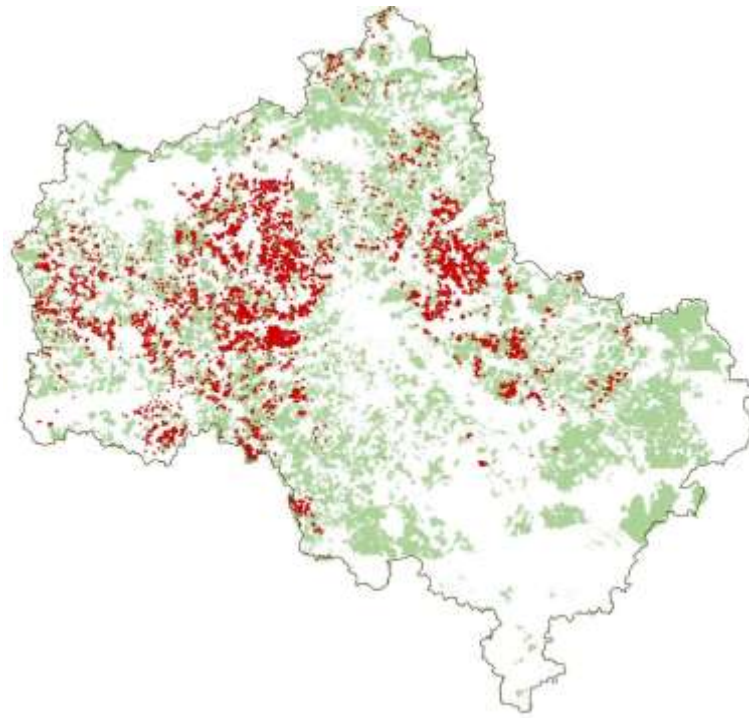


Рисунок 4.2 Участки поврежденных насаждений, выявленные по космическим снимкам на территории Московской области к концу 2011 г.

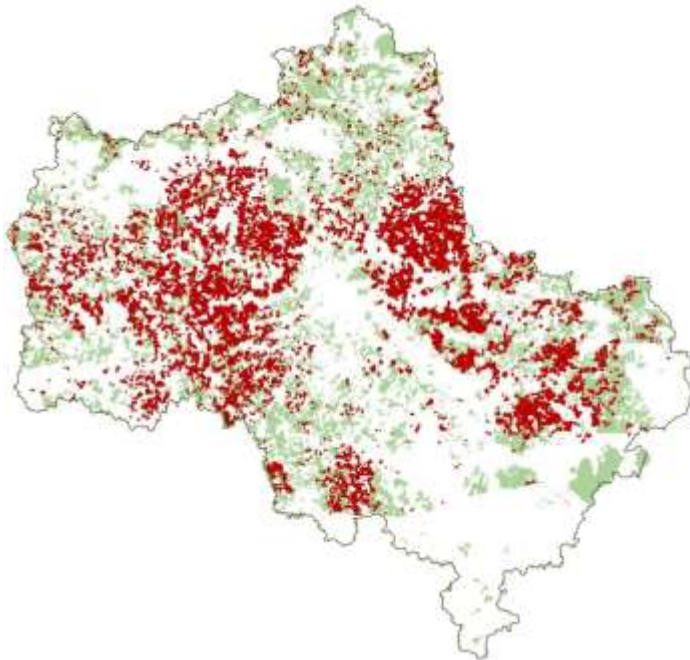


Рисунок 4.3 Участки поврежденных насаждений, выявленные по космическим снимкам на территории Московской области к концу 2012 г.

По данным дистанционного мониторинга в 2012 г. (рисунок 4.3) количество выявленных участков увеличилось в 1,5 раза (значительно меньше, чем в 2011 г.) и достигло 14900 шт. В 2012 г. гибель насаждений отмечена уже и на юго-западе, юге и юго-востоке Московской области. Площадь поврежденных еловых древостоев выросла в 6 раз и составила более 90 тыс. га. Это составляет

20 % площади всех ельников Московской области (445 тыс. га на 2012 г. по данным формы 4-ДЛР), что согласуется с данными учетов на постоянных пунктах учета – 1/4 часть еловых ППН погибла по значениям встречаемости и текущего отпада, что превышает площадь погибших и ослабленных ельников в отраслевой отчетности (40 тыс. га) в 2 раза.

Средняя площадь очага усыхания в 2012 г. увеличилась значительно, чем в 2011 г. (в 3,9 раза) и оказалась равной 6,4 га. Это доказывает, что вспышка массового размножения короеда-типографа достигла максимума. Успешность расселения и образования миграционных очагов снизилась, вредитель уже занял оптимальные для развития насаждения, а его кормовая база в основном была освоена. Короед-типограф заселяет ослабленные и даже внешне жизнеспособные деревья – это существенно увеличивает его смертность в начале заселения из-за сопротивления деревьев (засмоление) [5]. В некоторых случаях при большой численности популяции короед начинает осваивать новые насаждения, не обращая внимания на состояние насаждений. Действительно, в 2012 г. по всей области встречались как вновь образовавшиеся миграционные очаги, так и уже затухшие очаги.

Определяя количественные характеристики участков усыхания в масштабах области, можно определить общую динамику деградации насаждений. Для определения лесорастительных условий, характерных для очагов размножения короеда-типографа или выявления скорости развития очага, необходимо анализировать такие пространственные единицы, как лесничества.

4.2 Пространственные характеристики очагов короеда-типографа и их взаимного расположения

В лесном хозяйстве уже долгое время изучается проблема возникновения массовых вспышек короеда-типографа, динамика, популяционные особенности и закономерности размножения. В связи с интенсивным развитием простран-

ственного анализа в области геоинформационных технологий появилась возможность охарактеризовать очаги при определении пространственной динамики.

Так, классификация и количественная характеристика пространственной динамики очагов усыхания ели в Московской области определялась на основе оценки изменения их площади и расположения очагов относительно друг друга в Ногинском лесничестве. Наземная лесопатологическая таксация была проведена в 400 лесотаксационных выделах общей площадью 1088 га, где в основном произрастают смешанные сложно-широкотравные и сложно-мелкотравные ельники с количеством единиц ели в составе от 3 до 6 (65 % от общей площади еловых насаждений), и преобладают (80 %) древостои от 80 до 120 лет с полнотой 0,6 – 0,8. Сделана верификация выборки поврежденных участков, выявленных по спутниковым снимкам, с использованием карты еловых насаждений Московской области [14].

В Методических рекомендациях по надзору, учету и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и санитарного состояния лесов [74] очаги классифицированы по времени: хронические и эпизодические, по масштабу распространения: локальные и пандемические.

В работе осуществлялась оценка очагов в зависимости от их пространственной структуры, с целью учета интенсивности (дальности) миграций короеда. Образование очагов усыхания ели обусловлено воздействием двух групп особей короеда-типографа. Первой является микропопуляция, обитающая в данном насаждении в условиях резервации, второй – жуки, прилетающие из других насаждений. Иммиграция жуков является основой образования микроочагов короеда-типографа, которые при благоприятных условиях в результате разлета жуков, расширяются и превращаются в локальные. Они обычно не велики (2 – 5 га) и расположены в наиболее пригодных для размножения еловых насаждениях. Локальные очаги могут быть сближены друг с другом или находиться на расстоянии, превышающем дальность разлета жуков. В последнем случае формируются типично локальные очаги. Дальнейшая эмиграция из ло-

кальных очагов массового размножения на последней стадии их развития может приводить к формированию очагов расселения (миграционных очагов) короеда-типографа.

По данным исследований средняя категория состояния обследованных насаждений составляла 4,0 балла, текущий отпад деревьев – 37,8 %, общий отпад – 76,2 %. Текущий отпад более 10 % был отмечен в 302 выделах на площади 848 га, более 50 % – в 127 выделах на площади 374 га (рисунок 4.4).



Рисунок 4.4 Усыхание ели в Ногинском лесничестве в 2012 г.

По очагам усыхания ели в 2010, 2011, 2012 гг. было подсчитано общее количество участков, минимальная, максимальная и средняя ежегодные площади 1 участка, общая площадь усыхания (таблица 4.1), а также приведены общие пространственные характеристики участков усыхания.

Таблица 4.1 – Общие пространственные характеристики очагов усыхания ели в Ногинском лесничестве в 2010 – 2012 гг.

Тип очага	Год	Количество участков, шт.	Площадь участка, га		Общая площадь, га
			максимальная	средняя	
Общая характеристика (с нарастающим итогом по площади)	2010	104	8,4	0,7	73
	2011	582	37,7	1,7	997
	2012	1088	695,0	9,2	9919
Миграционные	2011	488	37,7	1,7	848
	2012	867	135,1	4,2	3714
Нарастающие (пространственно-непрерывные)	2011	94	14,8	0,8	76
	2012	221	667,0	24,1	5208

Судя по таблице 4.1, площадь усыхания ели в 2011 г. (1015 га) увеличилась в 12 раз, количество участков – в 5,5 раз. В 2012 году размер площади поврежденных ельников увеличился в 9,9 раз, количество участков – в 1,8 раза. Максимальная площадь увеличилась до 700 га. Средняя площадь очага в Ногинском лесничестве также возросла по сравнению с 2010 и 2011 гг. от 0,7 га до 9,2 га, что в 9 раз превышает результаты, полученные А.Н. Демидовой и А.А. Масловым [19], где средний размер площади очагов в Звенигородском лесничестве изменялся от 0,5 до 1 га. Это можно объяснить тем, что в 2010 г. очаги в лесничестве находились в фазе роста численности.

Разделение очагов по типам показало, что разлет типографа наиболее интенсивно проходил в 2012 году при истощении кормовой базы. Число миграционных очагов увеличилось с 488 до 867, их средняя площадь – с 1,7 га до 4,2 га. Хотя доля миграционных очагов от их общего количества (79,7 %) в 2012 г. несколько снизилась. В 2011 г. она составляла 83,8 %. Расстояние между центрами миграционных очагов составило в 2011 и 2012 гг. соответственно 376 и 482 м. Е.Г. Мозолевская и В.А. Липаткин [81] сообщали, что усыхание деревьев ели в 2000 и 2001 гг. (фаза максимальной численности популяции в предыдущую вспышку размножения типографа) происходило группами и куртинами - от 3 – 5 до 15 – 20 штук. Расстояние между отдельными куртинами не превышало 50 – 70 м. На отдельных участках куртинное усыхание превратилось в сплошное. Это указывает на то, что нынешняя вспышка более интенсивная, так как типограф истощил кормовую базу быстрее и дальность разлета его увеличилась.

Максимальная площадь миграционного очага в 2012 г. достигла 135 га. Прирост площади пространственно-непрерывных очагов был еще значительнее: в среднем до 24 га, максимальной – до 695 га. Расстояние между центрами очагов составило в 2011 и 2012 гг. соответственно 501 и 897 м. С точки зрения физиологии, короед-типограф в 2011 году заселял наиболее пригодную для питания кормовую базу. На следующий год отродились жуки с большим жировым запасом, которые, при истощении источников питания, смогли разлетаться на большие расстояния за счет накопленной энергии[135].

Следующим важным вопросом стало выявление размера прироста пространственно непрерывных очагов. Методика описана выше. В результате мы получили страты, приведенные в таблице 4.2.

Далее подсчитана скорость разрастания очагов в зависимости от страты. На основе разрастания площади очагов была определена ширина зоны прироста очагов, приуроченная к лесотаксационным характеристикам.

Таблица 4.2 – Скорость разрастания пространственно-непрерывных очагов по стратам в Ногинском лесничестве

Тип насаждений	Ежегодный прирост очагов, м	
	2011 г.	2012 г.
Смешанный средневозрастной низкополнотный ельник	16,0	107,0
Средневозрастное низкополнотное насаждение с преобладанием ели	20,0	102,5
Чистый средневозрастной низкополнотный ельник	18,0	95,0
Смешанный спелый низкополнотный ельник	13,5	110,5
Спелое низкополнотное насаждение с преобладанием ели	18,0	106,0
Чистый спелый низкополнотный ельник	16,0	99,0
Смешанный средневозрастной среднеполнотный ельник	25,5	119,0
Средневозрастное среднеполнотное насаждение с преобладанием ели	30,0	114,5
Чистый средневозрастной среднеполнотный ельник	28,0	107,0
Смешанный спелый среднеполнотный ельник	23,5	122,5
Спелое среднеполнотное насаждение с преобладанием ели	28,0	118,0
Чистый спелый среднеполнотный ельник	26,0	111,0
Среднее	21,9	109,3
Минимум	13,5	95,0
Максимум	30,0	122,5

Из таблицы 4.2 видно, что средняя скорость разрастания очагов в 4 раза выше, чем в 2011 г. Минимальный прирост в 2011 г. отмечен в смешанных спе-

лых низкополнотных насаждениях ели (13 м), максимальный – в приспевающих среднеполнотных насаждениях с преобладанием ели (30 м).

В 2012 г. минимальный прирост отмечен в чистых ельниках приспевающих низкополнотных (95 м), максимальный – смешанных спелых среднеполнотных ельниках (122 м). В работе Angst A. [128] определена минимальная зона мониторинга за короедом-типографом в 100 м. Применяемые при этом феромонные ловушки и ловчие деревья помогают снизить долю заселяемых деревьев ели.

Ежегодно площадь очагов массового размножения короеда-типографа в ельниках увеличивалась. В 2012 г. усыхание ельников становится сплошным, увеличивается число и площадь участков повреждения. Возрастает количество миграционных очагов, что свидетельствует о быстром истощении типографом кормовой базы. Средняя скорость распространения очагов в 2011 г. в пространственно-непрерывных очагах – 22 м, в 2012 г. – 109 м. Полученные данные могут использоваться в качестве расчетных критериев при моделировании и прогнозировании пространственной динамики очагов типографа.

Использование космических снимков при мониторинге состояния лесов позволяет получить оперативную информацию о масштабах и динамике площади усыхания ельников для проведения лесопатологических обследований поврежденных лесов и планирования санитарно-оздоровительных мероприятий.

Данные и анализ космической съемки наиболее информативны для оценки пространственной структуры (расположения и площади) очагов, особенно учитывая их диффузный характер, что существенно затрудняет применение для этих целей наземных методов.

Изучение пространственной структуры очагов и ее динамики имеет важное значение для совершенствования системы прогнозирования и осуществления защитных мероприятий в еловых лесах.

Полученные результаты также детализируют представления о миграционной активности короеда-типографа. Миграционные очаги преобладают и составляют около 80 % от их общего числа. Это свойство и высокая изменчивость состояния древостоев способствуют созданию чрезвычайно мозаичной, быстро

меняющейся структуры очагов. Такая ситуация вносит дополнительные сложности при организации и проведении защитных мероприятий. Данные дистанционного мониторинга соответствуют материалам наземных наблюдений и свидетельствуют о том, что усыхание еловых лесов в Московской области является наиболее интенсивным за весь период исследований. Пространственная структура очагов короеда-типографа характеризуется большой изменчивостью их размеров, скорости распространения и расположения относительно друг друга.

Проведенные исследования и полученные результаты наглядно показали, что использование информации дистанционного мониторинга среднего разрешения и оперативная обработка результатов в геоинформационной среде позволяют охватывать большие площади и оценивать протекающие процессы в лесных экосистемах с точки зрения пространственно-временной динамики. В свою очередь, полученная информация позволяет повысить точность оценки лесопатологической ситуации, а также оперативность назначения и проведения санитарно-оздоровительных мероприятий и составлять аналитические карты-схемы.

Рассмотренные типы анализа данных необходимо внедрять в практику повсеместно как отдельно, так и в виде интегрированной системы для получения количественных характеристик пространственной динамики патологических процессов.

ГЛАВА 5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

При исследовании усыхания ельников Московской области в 2010 – 2012 гг. прежде всего, были обозначены основные причины ослабления и гибели насаждений. Работы в этом направлении проведены Е.Г. Мозолева и В.А. Липаткиным [81], А.Д. Масловым [67]. Было отмечено, что засуха способствует массовому развитию очагов короеда-типографа. А неубранные вовремя ветровалы становятся локальными очагами распространения популяций стволовых вредителей. Воздействие факторов наблюдалось на локальных участках, например, в Сергиево-Посадском лесничестве или национальном парке «Лосиный остров». Состояние ельников на отдельных пробных площадях характеризовало общее состояние насаждений в области. Однако такая интерполяция учитывала лишь небольшую часть еловых насаждений. Было определено, что одновременное воздействие ураганных ветров, засухи, наличие спелых насаждений ели, локальных очагов короеда-типографа вызвало самое масштабное усыхание за всю историю наблюдений (более 90 тыс. га). Использованы данные переучетов 236 пробных площадей за 4 года, расположенных на территории Московской области и результаты оперативной отчетности (7-ДЛР) по каждому лесничеству. Это обеспечило создание динамики воздействия причин и выявление региональных особенностей воздействия факторов в этот период. Наличие данных переучетов на ППН позволяет определить основные причины ослабления, как по области, так и в отдельных лесничествах.

Для изучения процесса усыхания ельников Московской области собрана база ретроспективных данных для определения совокупности негативных факторов среды, активно влияющих на насаждения данного региона. Экспедиционные отчеты содержали информацию о насаждениях, потерявших устойчивость в прошлые периоды, их площади и основных причинах повреждения. По

ним можно определить дату, место возникновения усыханий и факторы среды. Для определения основных ослабляющих факторов мы использовали данные пунктов наблюдений и выявили динамику их ежегодного влияния на ельники в 2010 – 2012 гг.

На постоянных пунктах наблюдений регистрируется воздействие только тех факторов, при котором появляются видимые, специфические признаки, например, буровая мука, вылетные отверстия. Гораздо сложнее подтвердить косвенное влияние погодного явления – засухи – при анализе динамики состояния отдельных деревьев, насаждений в лесничестве или субъекте. Чаще всего исследователи рассматривают в работах один-два пространственных уровня объединения данных [81]. Ведение лесопатологического мониторинга подразумевает совместный анализ данных разного пространственного уровня. Сравнение ежегодных площадей усыханий ельников и ГТК показало, что максимальная гибель насаждений происходит в 2 последующие года после засух.

Динамика патологических явлений определяется не только в пространственном, но и во временном диапазоне. Основные стадии патологического процесса распознаются несколькими способами. Например, при усыхании еловых лесов определялись стадии развития популяции короеда-типографа как важного фактора гибели насаждений. Обычно изучение массового размножения короеда происходило локально на основе популяционных показателей и степени заселенности насаждений. Здесь объединение данных наземного и дистанционного мониторинга позволило определить стадии развития популяции вредителя с помощью совместного анализа пространственной динамики усыхания, скорости и площади распространения вредителя, изменения значений текущего отпада и средней категории состояния.

Одним их важных этапов лесопатологического мониторинга является составление прогноза развития популяции на 1 – 2 года вперед. Для этого необходимо определить приуроченность усыхания к лесотаксационным характеристикам. В работе подтверждены данные ученых [28, 67] при определении лесотак-

сационных характеристик поврежденных насаждений. Так, в период роста численности, типограф в основном повреждал деревья в возрасте от 81 года полнотой 0,6 – 0,8. Также доказано изменение основных характеристик среды в зависимости от стадии развития популяции типографа. Объединение данных при геоинформационном анализе повреждений ельников Московской области показало, что на пике стадии максимальной численности повреждаются смешанные насаждения (доля ели от 4 – 5) возрастом от 40 лет. Ландшафтные карты степени усыхания ельников стали одним из новых направлений анализа изменения санитарного состояния лесов. Эта универсальная геопространственная основа применима в лесопатологическом мониторинге и является универсальной для лесного хозяйства [16] (глава 6).

После определения характеристик внешней среды важным вопросом стало пространственное описание распространения короеда-типографа. Существующие классификации пространственного усыхания – групповое, куртинное, сплошное [121], не в полной мере отражают динамику развития очагов. При использовании геоинформационного анализа изучалось распространение очагов короеда-типографа, для чего была создана простая, динамическая пространственная классификация. Разделение очагов усыхания ельников на пространственно-непрерывные и миграционные позволило изучить особенности (структуру, динамику роста) их развития в границах лесничества. Так, в Ногинском лесничестве отмечена в 2012 г. наибольшая миграционная активность популяции короеда-типографа по сравнению с 2011 г. (количество очагов увеличилось в 2 раза). Это является еще одним условием для составления прогнозов развития популяции уже не на локальном уровне насаждения в нескольких кварталах, а на любом пространственном уровне. Кроме пространственных характеристик, существуют показатели санитарного состояния насаждений, с помощью которых определяют степень деградации насаждения (потери устойчивости).

При выявлении усыхания ели получены оценки динамики санитарного состояния насаждений по средней категории состояния, текущему и общему отпадам с 2009 по 2012 гг. по лесничествам, и области в целом.

В литературе встречается понятие патологического отпада – текущий отпад более 3 % для зоны южной тайги [120]. Для Московской области до сих пор не были рассчитаны средние значения показателей для каждой стадии усыхания ельников и фаз развития популяции короеда-типографа. Критическими значениями для начала усыхания следует считать 7,7 % текущего отпада, для начала вспышки массового размножения типографа – 4,4 %.

В практическом анализе данные постоянных пунктов наблюдений ранее использовались только для определения состояния отдельной страты и напрямую не использовались в отчетных формах для органов исполнительной власти по управлению лесами. Учитывая разный период сбора данных на постоянных пунктах наблюдений, предложены 2 вида анализа, структурирующие разные выборки. Наличие ежегодных перечетов на одних и тех же постоянных пунктах наблюдений позволяет проводить анализ на уровне лесничества, определяя наиболее поврежденные участки по пороговым значениям показателей санитарного состояния. Эти данные можно направлять непосредственно в исполнительным органам власти (таблица 3.5). Второй вид анализа включает все имеющиеся данные за ревизионный период, они аккумулируются при анализе состояния лесообразующей породы в субъекте для выявления общей динамики состояния используются с целью прогнозирования ситуации.

Накопленный объем информации в базе данных о динамике показателей санитарного состояния еловых насаждений Московской области определила возможность статистического анализа данных, что до сих пор не проводилось. Удалось проверить точность и информативность данных. Впервые отмечено, что наиболее эффективным показателем для оперативного определения состояния насаждений является текущий отпад (таблица 3.6).

Данные перечетов на пунктах постоянных наблюдений в ельниках соответствовали принятым нормам точности ($\pm 20\%$) [113], однако, когда их коли-

чество было снижено на стадии максимального усыхания, это привело к уменьшению точности ($\pm 25\%$). Количество постоянных пунктов наблюдений, обследуемых ежегодно, сильно варьировало. Мы установили минимальное количество ППН для ежегодного обследования в зависимости от стадии усыхания ельников (от 40 – 68 ППН в еловых насаждениях, преимущественно приспевающих, спелых и перестойных, ежегодно для Московской области).

Данные ежегодных перечетов позволили определить вероятность усыхания деревьев ели в период массового размножения короеда-типографа. Подобные уравнения приведены в работе Н.И. Лямцева [55]. Были рассчитаны коэффициенты усыхания для ельников Клинского лесничества. Для составления прогноза развития популяций вредных насекомых необходимо знать, какое количество деревьев он может повредить на следующий год [80]. Впервые подсчитана вероятность усыхания деревьев ели из числа жизнеспособных для Клинского лесничества.

Получены характеристики усыхания (количество, площади, темпы распространения) по материалам дистанционного мониторинга (рисунки 4.1 – 4.3). Как правило, патологический процесс исследуется наземными методами. Мы представили четкую пространственную характеристику усыхания ели, наглядно показывающую распространение вредителя от локального до регионального уровня. Установлена связь между количественной оценкой усыхания по данным дистанционного и наземного мониторинга – частота обнаружения поврежденных постоянных пунктов наблюдений по текущему отпаду и площадь погибших насаждений практически идентичны по значениям на пике усыхания (20 – 27 %). Поэтому в период максимального усыхания насаждений количественно усыхание можно охарактеризовать и по данным наземного, и по данным дистанционного мониторинга.

Представлена схема интеграции данных оперативной отчетности по лесопатологическому мониторингу, данным наземного и дистанционного мониторинга. В руководствах четко не прописан анализ данных всех направлений мониторинга, что создает дополнительные трудности для обработки и разночте-

ние среди исполнителей. Процесс анализа данных разделен на этапы изучения усыханий при интеграции разных методов мониторинга и наиболее информативных показателей.

Представленные типы анализа в мониторинге можно объединить по этапам и источникам:

1. оценка и анализ воздействия на ослабление и усыхание насаждений основных факторов внешней среды. Источники: архивные отчеты, данные отраслевых отчетных таблиц, литературные источники (монографии, статьи, обзоры), данные учетов постоянных пунктов наблюдений, метеоданные. Рассматриваются площади ослабленных и погибших насаждений минимум за 5 лет, определяется тренд, анализируются метеоданные, динамика площади ветровалов и проводится оценка изменения значений показателей санитарного состояния – прежде всего, текущего отпада, средней категории состояния, встречаемости постоянных пунктов наблюдений с погибшими насаждениями, общего отпада.

2. проведение детального анализа данных постоянных пунктов наблюдений для оценки состояния ельников в пределах территориальных единиц (лесничество, район, область). Выявляется наличие микро- и локальных очагов усыхания. Составляются сводные таблицы, подсчитывается распределение запаса насаждений по категориям состояния в процентном соотношении, средняя категория состояния, текущий и общий отпады. Определяется положительная или отрицательная динамика санитарного состояния насаждений. «Сигнальные» данные о негативной санитарной обстановке направляются в лесничества и органы исполнительной власти. Определяется необходимый объем проведения и соотношение профилактических и санитарно-оздоровительных мероприятий. Планируется и проводится лесопатологическая таксация (лесопатологическое обследование) и рекомендуются (назначаются) мероприятия (рубки и пр.).

3. составление ежегодных карт-схем поврежденных участков леса по данным дистанционного лесопатологического мониторинга для субъекта РФ (лесничества, участкового лесничества), верифицированных наземными выборочными обследованиями. Затем составляются аналитические карты-схемы и таблицы по определению характеристик поврежденных участков. По выявлен-

ным параметрам (например, по среднему расстоянию между очагами и интенсивности нарастания очагов типографа), создаются прогнозные карты-схемы распространения и границ усыхания древостоев, по которым планируются объемы мероприятий, подсчитываются возможные затраты и предотвращенный ущерб.

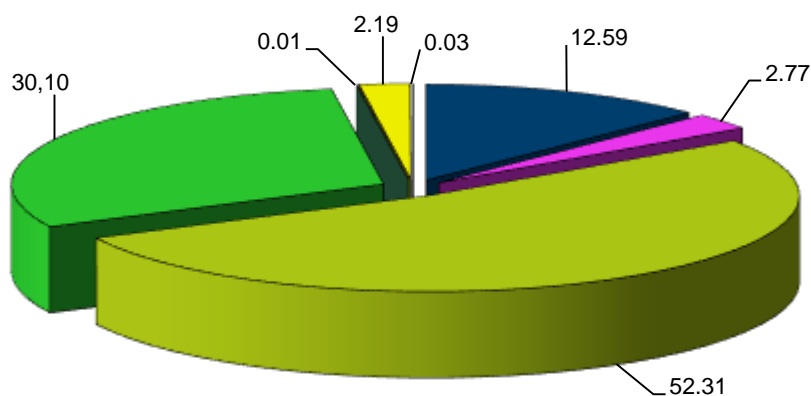
4. формирование доступной всем участникам лесных отношений базы данных, содержащей разные форматы данных в геоинформационных системах, табличных и текстовых форматах, визуализацию и анализ информации.

ГЛАВА 6. АНАЛИЗ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ

6.1 Анализ проводимых мероприятий по защите ельников

Комплекс мероприятий по защите, охране и воспроизводству лесов в Московской области предусматривает систему лесохозяйственных мер по обеспечению выращивания и воспроизводства лесных насаждений определенного функционального назначения. Комплекс мер организационного и технического характера направлен на повышение устойчивости, продуктивности, природоформирующих, природоохранных, санитарно-гигиенических и оздоровительных свойств лесов [126].

Функциональное назначение лесов зависит от их месторасположения. Леса, произрастающие на землях лесного фонда, по целевому назначению подразделяются на защитные, эксплуатационные и резервные леса [47]. Все насаждения общей площадью 2015,6 тыс. га (с учетом с/х лесов), находящиеся в ведении Управления лесного хозяйства по Московской области и г. Москвы, относятся к защитным лесам [48] (рисунок 6.1).










Цвет диа- граммы	<i>Категория лесов</i>	Площадь, тыс. га
<i>Леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов:</i>		
	Леса, расположенные в первом и втором поясах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно бытового водоснабжения	253,7
	Защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации	55,9
	Зеленые зоны	1054,4
	Лесопарковые зоны	606,8
	Леса, расположенные в первой, второй и третьей зонах округов санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов	0,1
<i>Ценные леса:</i>		
	Леса, имеющие научное или историческое значение	44,0
	Нерестоохранные полосы лесов	0,7

Рисунок 6.1 Распределение площади лесов по целевому назначению
(на диаграмме %, в условных обозначениях – га)

Ведение правового режима разделяет защитные леса на:

а) Леса, расположенные в первом и втором поясах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения (12,6 %) от общей площади лесов. Такие насаждения стабилизируют санитарную обстановку вблизи источников воды, регулируют поверхностный сток, сдерживают процессы заиления и загрязнение, уравнивают уровень грунтовых вод.

б) Защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации (2,8 %). Эти древостои защищают транспортные пути от снега и ветра.

в) Зеленые зоны (52,3 %).

г) Лесопарковые зоны (30,1 %).

д) Леса, расположенные в первой, второй и третьей зонах округов санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов (0,01 %). Указанные леса создают благоприятные условия для лечения и отдыха населения.

Ценные леса:

а) Леса, имеющие научное или историческое значение (2,2 %). Целевое назначение этих лесов - сохранение в естественном состоянии уникальных природных объектов.

б) Нерестоохранные полосы лесов вдоль р. Лама и Ока (0,03 %).

Здесь допускается проведение выборочных рубок лесных насаждений в целях обеспечения их функционирования (ст. 103 ЛК РФ) и запрещено проведение сплошных рубок лесных насаждений, кроме случаев, если выборочные рубки не обеспечивают замену лесных насаждений, утрачивающих свои средообразующие, водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и иные полезные функции, на лесные насаждения, обеспечивающие сохранение целевого назначения защитных лесов и выполняемых ими полезных функций (ст.17 ЛК РФ).

Организация использования лесов при выращивании устойчивых древостоев в Московской области не всегда учитывает особенности содержания главных лесообразующих пород. Минимальный объем сплошных рубок в защитных лесах не всегда приводит к положительному результату: с 1966 по 2010 гг. по литературным данным: площадь таких насаждений увеличилась возросла с 3 до 80 тыс. га [46, 48]. При этом предусмотрен комплекс лесохозяйственных мероприятий по охране, защите, воспроизводству лесов. Соотношение активных и профилактических мер, объем и период их проведения нуждается в оптимизации ввиду частой неэффективности их применения.

В районе исследования наиболее распространены сплошные и выборочные санитарные рубки, проводимые в насаждениях старшего возраста. Для определения объемов рубок проанализирована динамика лесопокрытой площади за 2 десятка лет в Московской области. На примере лесничеств Московской области (Бородинского (рисунок 6.2) и Клинского (рисунок 6.3), изучено изменение лесного покрова по космическим снимкам за 27 лет.

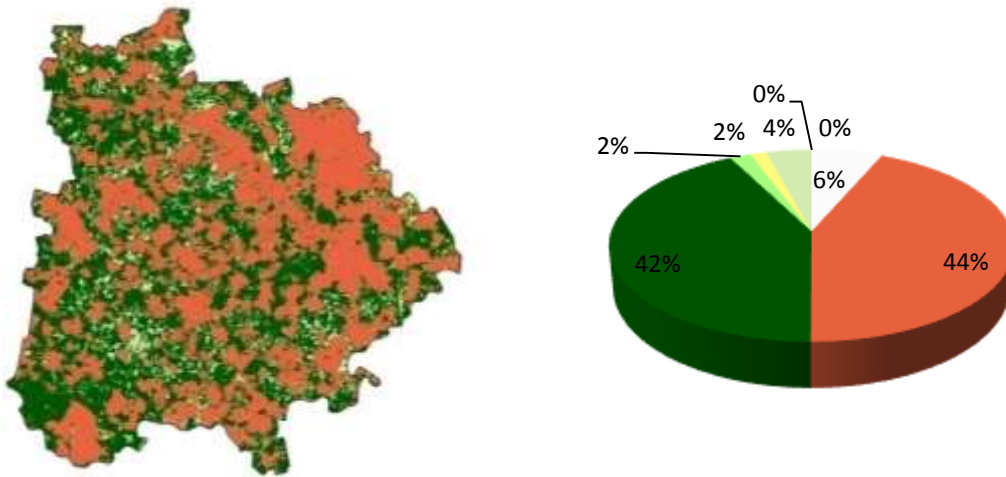
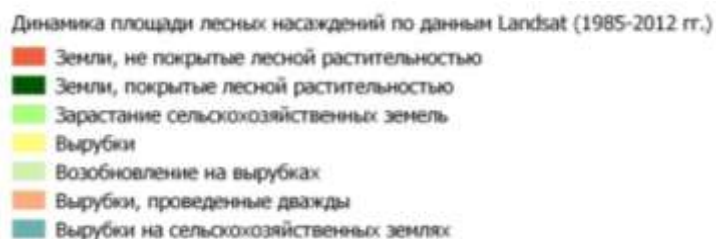


Рисунок 6.2 Динамика площади лесной растительности в Бородинском лесничестве (1985 – 2012 гг.) по данным Landsat



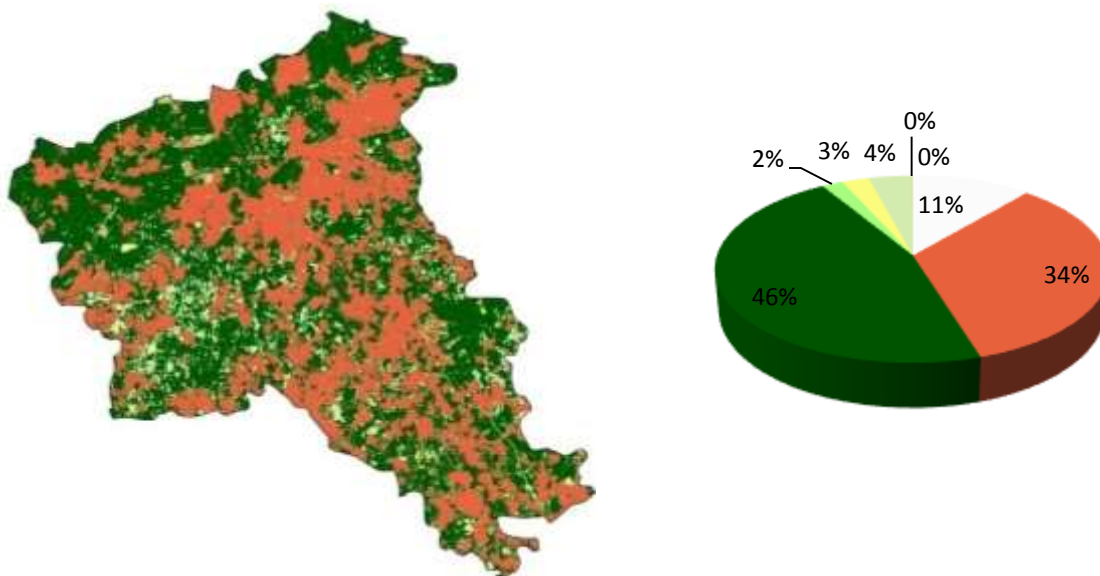


Рисунок 6.3 Динамика площади лесной растительности в Клинском лесничестве (1985 –2012 гг.) по данным Landsat

Из рисунка 6.2, видно, что площадь земель, занятых лесной растительностью, в Бородинском лесничестве составляет 42 %, площадь вырубок – 6 % (15,9 тыс. га) от общей площади лесничества. Рубки проводились на незначительной территории. В Клинском лесничестве площадь земель, занятых лесной растительностью составляет 46 %. Рубки проводились на площади 23,1 тыс. га (7 %). Общая площадь в Бородинском лесничестве – 280,2 тыс. га, в Клинском – 354,1 тыс. га. Доля рубок за 27 лет в двух лесничествах составляет 6-7 %. Согласно имеющимся данным, рубки в подмосковных лесах проводились в небольших объемах, в результате произошло накопление спелых и перестойных насаждений.

Также был оценен временной период проведения рубок 1986 – 2012 гг. (рисунки 6.4, 6.5). Космические снимки скомпонованы по 4 временным периодам: первый – 1986 – 1988 гг., второй – 1989 – 2000 гг., третий – 2001 – 2006 гг., 2007 – 2012 гг. по наличию безоблачных снимков.

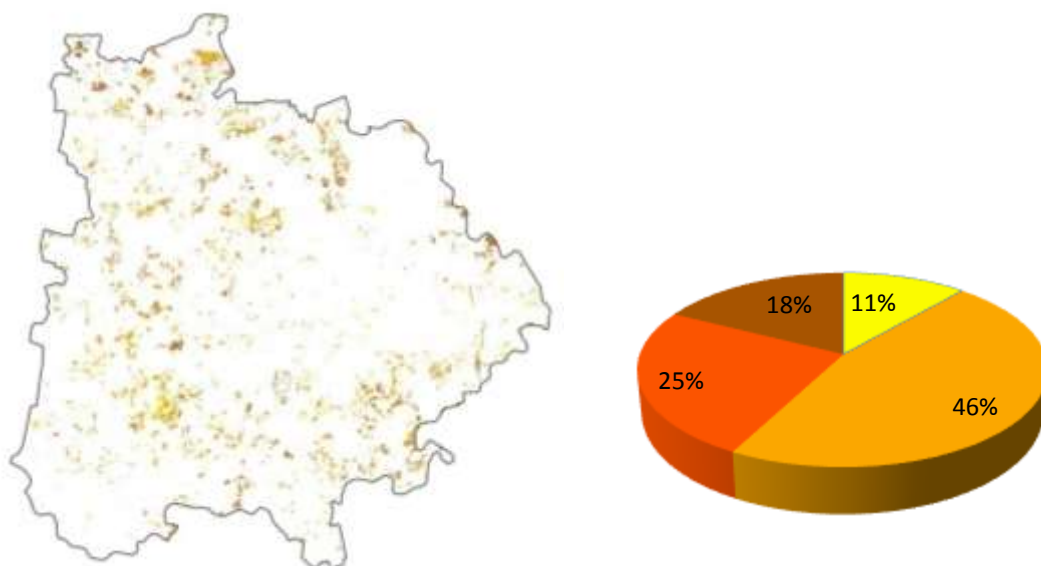


Рисунок 6.4 Периоды рубок в Бородинском лесничестве по данным Landsat

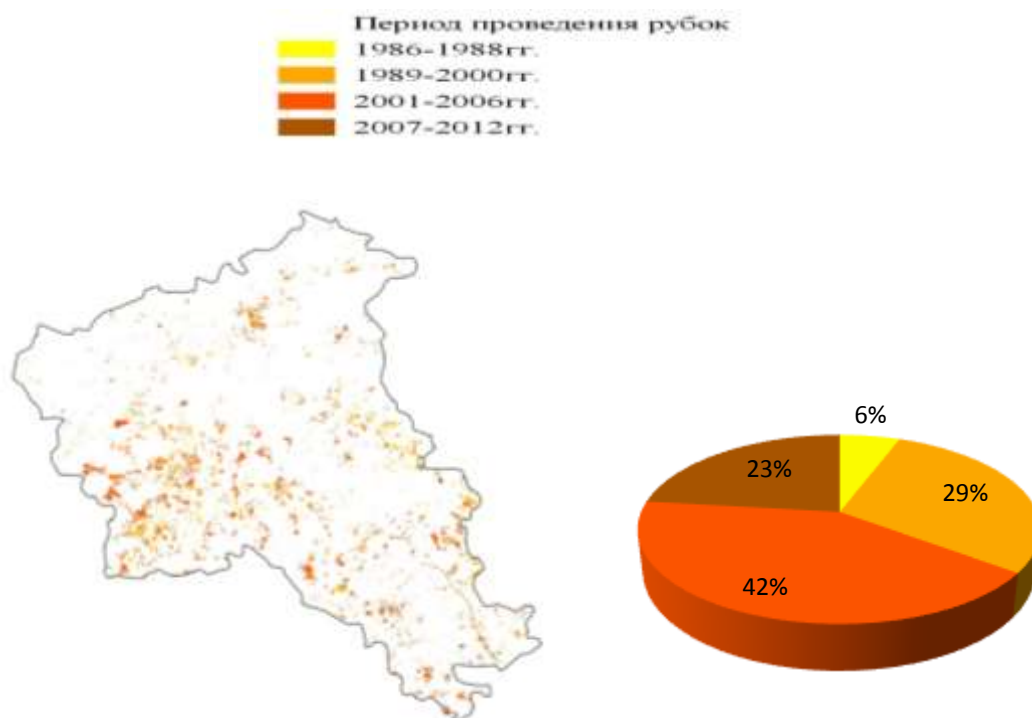


Рисунок 6.5 Периоды рубок в Клинском лесничестве по данным Landsat

Площадь рубок в Бородинском лесничестве – 15,9 тыс. га, в Клинском – 23,1 тыс. га. Рисунки 6.4 и 6.5 показывают, что наиболее интенсивно вырубали лесные насаждения в период 1989 – 2000 гг. в Бородинском лесничестве (46 % от общей площади рубок), наименее интенсивно - в 1986 – 1988 гг. (11 %). В Клинском лесничестве наибольший объем рубок отмечен в 2001 – 2006 гг., а наименьший – в 1986 – 1988 гг. Данные свидетельствуют о том, что с 2006 г.

объем рубок несколько снизился, происходило накопление спелых и перестойных насаждений ели.

По официальным данным санитарно-оздоровительные мероприятия в Московской области выполнены на площади 7,8 тыс. га в 2012 г. (в том числе по борьбе с короедом-типографом – 4,1 тыс. га), что в 2,6 раза больше, чем за период 2011 г., что составляет около 10 % от площади поврежденных насаждений по данным космосъемки [96].

Для Московской области характерны большие участки одновозрастных древостоев (до 40 га) в результате сплошной рубки в прошлые периоды, что также негативно сказывается на устойчивости лесных экосистем [2]. Это доказывает, что недостаточные объемы рубок стали одной из важных причин масштабного усыхания ели. В связи с этим определяется необходимость разработки современной лесоводственной системы рубок смены перестойных поколений леса, не противоречащей требованиям Лесного кодекса [47].

Очередная волна усыханий ельников в Московской области прихлалась на 2010-2012 гг. Одновременное воздействие погодных, биотических и антропогенных факторов среды на территории нескольких субъектов РФ вызвало масштабное пандемическое повреждение ельников. Леса Московской области входят в зону «периодических усыханий ельников», выделенную А.Д. Масловым [67], и произрастают на южной границе ареала, что снижает их устойчивость. В первую очередь, ослабление происходит в приспевающих, спелых и перестойных насаждениях, площадь которых к 2008 году составляла более 179 тыс. га [87]. Одинаковый подход при эксплуатации лесов разных лесобразующих пород в Московской области не совсем эффективен. При столь масштабном усыхании ельников одновременное проведение рубок (активных лесохозяйственных мероприятий) общей площадью более 90 тысяч гектаров в 2012 г. было невозможно из-за отсутствия источников финансирования и необходимых производственных мощностей. Проведение санитарно-оздоровительных мероприятий для предотвращения дальнейшего повреждения насаждений результативно в период заселения типографом деревьев в конце мая – начале июня. На прак-

тике после долгого оформления документов рубка начинается спустя месяцы после усыхания, что минимизирует положительный эффект этого мероприятия. Например, в 2011 году в нескольких участковых лесничествах Бородинского лесничества было рекомендовано проведение рубок поврежденных ельников. В 2012 году были вырублены единичные участки (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Сводная ведомость рекомендованных и проведенных санитарно-оздоровительных мероприятий в 2011 – 2012 гг.

Участковое лесничество	Рекомендовано в 2011 г., га	Пройдено рубками в 2012 г., га	Доля от рубок, %
Борисовское	561	8	1
Глазовское	2657	3	0
Дровнинское	1396	13	1
Колоцкое	1673	56	3
Можайское	2436	43	2
Порецкое	2144	60	3
Тропарёвское	1335	41	3
Общий итог	12202	223	2

Как видно из таблицы 6.1, доля рубок в каждом лесничестве не превышала 3 % от рекомендованных санитарно-оздоровительных мероприятий, т.е. недостаточный объем принятых мер способствовал дальнейшему разрастанию очагов короёда-типографа и усыханию еловых лесов. Фактически санитарные рубки направлены на ликвидацию последствий усыхания, а не на его предупреждение, и малоэффективны в сложившейся ситуации. Детально применение и сочетание различных видов рубок в период усыхания ельников на европейской части России и Белоруссии рассмотрено в исследованиях А.В. Букася [8], А.Д. Маслова [67], В.Н. Кухты [42].

Ввиду вышесказанного, важно усиливать при планировании в лесном хозяйстве проведение профилактических мероприятий и сформировать дифференцированный подход в лесоуправлении для каждой лесообразующей породы. Для начальных этапов планирования нельзя обойтись без зонирования лесни-

честв Московской области по доле участия главной лесобразующей породы на примере еловых насаждений (рисунок 6.6).

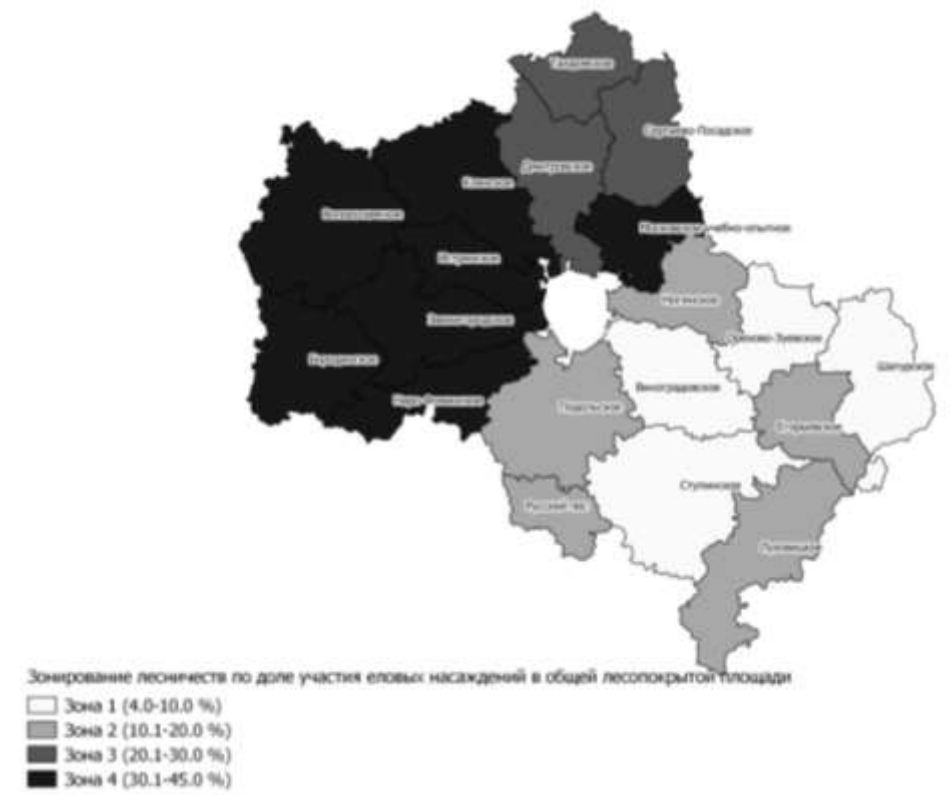


Рисунок 6.6 Распределение лесничеств по доле еловых насаждений от общей лесных насаждений

Как видно из рисунка 6.6, в первой зоне доля еловых насаждений не превышает 10 % в 4 лесничествах – в Орехово-Зуевском, Шатурском, Ступинском, Виноградовском. Во вторую зону входят Ногинское, Подольское, Русский лес, Луховицкое, Егорьевское. К третьей зоне, где площадь еловых насаждений занимает от 20 до 30 %, относятся Дмитровское, Талдомское, Сергиево-Посадское лесничества. В четвертую зону входят Бородинское, Наро-Фоминское, Звенигородское, Истринское, Волоколамское и Клинское лесничества. Особое внимание при планировании лесохозяйственных мероприятий для ельников следует уделить 3 и 4 зонам.

Необходимо на основе результатов исследований с учетом специфики социально-экологических и социально-экономических условий Московской области, природных и ландшафтных особенностей территории разработать совре-

менную систему лесохозяйственных мероприятий, обеспечивающих в комплексе с другими мероприятиями сохранение, восстановление и поддержание лесов области в состоянии постоянного эффективного выполнения целевых экологических и иных функций.

Комплекс лесохозяйственных мероприятий включает активные и профилактические меры по предотвращению негативных воздействий среды. Их сочетание и своевременность применения обеспечивают эффективное лесопользование.

6.2 Динамика значений таксационных показателей поврежденных ельников в разных фазах развития очагов типографа

При выборе профилактических мероприятий изучаются характеристики лесоэкологических факторов - условий местопроизрастания леса, типичных лесобразующих пород, полноты, состава, ландшафта региона, что позволяет формировать древостои с минимальной степенью нарушенности. Для этого необходимо определить наиболее поврежденные леса с определенными лесоэкологическими (лесотаксационными) и ландшафтными характеристиками.

Для определения лесотаксационных характеристик повреждаемых ельников проанализированы участки усыхания ельников в Клинском лесничестве в 2011 г., выявленных дистанционными методами.

Поврежденные насаждения в Клинском лесничестве отмечались по снимкам на площади 1450 га лесопокрытой площади, что составляло 2,5 % от всех еловых насаждений. Усыхание еловых насаждений почти не затрагивало территории Клинского лесничества, относящиеся к Верхне-Волжской низменности (поражено 1 % ельников от общей площади), и в основном было сконцентрировано на Смоленско-Московской возвышенности (поражено 2,7 % ельников).

Средняя степень поражения ели в конкретных ландшафтах и местностях колебалась от 0,1 до 12,0 % (рисунок 6.7).

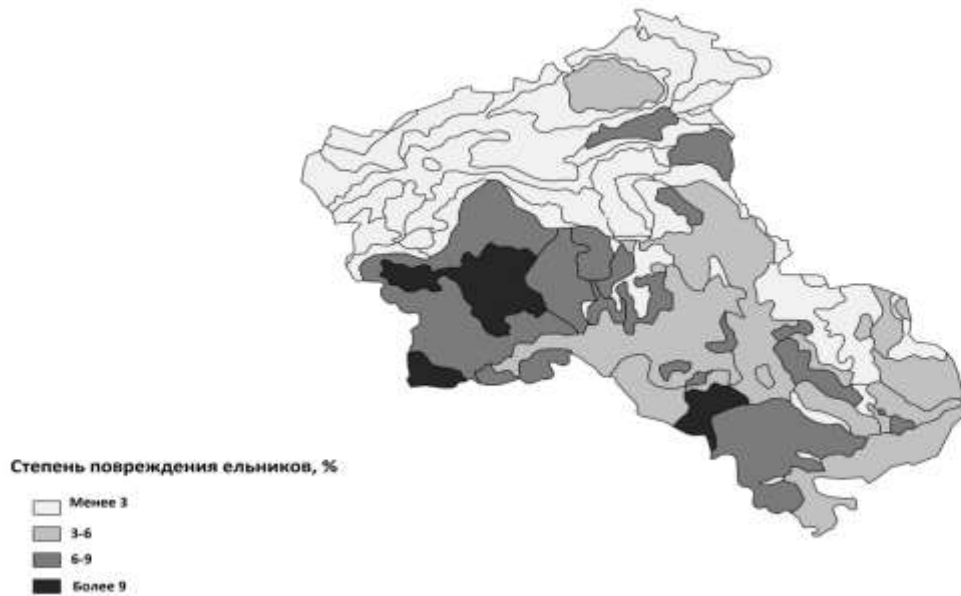


Рисунок 6.7 Степень повреждения ельников (% от общей площади ельников в ландшафте) в разных местностях Клинского лесничества Московской области

Анализ ландшафтных характеристик местности выполнен в соответствии с классификацией Г.Н. Анненской и др. [1] в Клинском лесничестве. Наименее поврежденными оказались ельники, произрастающие в пойменных местах, долинах рек, слабоволнистых водноледниковых равнинах, преимущественно слагающихся из супесей и песков, с дерновыми почвами. Средняя степень (2,5 % от общей площади ельников в определенном ландшафте) усыхания отмечена на моренных равнинах, состоящих из супесей, песков и суглинков с дерново-подзолистыми почвами, иногда средне- и сильноподзолистыми, преимущественно неоглеенными.

Наиболее повреждены были ельники на моренных равнинах, состоящих из суглинков и песков (степень повреждения более 9 %). На песчаных почвах, относящихся к влажному гигротопу, – уровень грунтовых вод залегает на глубине 1 – 2 м, на суглинистых и глинистых – 3 – 5 м. Достаточным является

увлажнение в нижних частях склона, а в верхних, в засуху, нет достаточного увлажнения, именно поэтому в Клинском лесничестве усыхали еловые насаждения преимущественно на возвышенностях. В сырых местах уровень грунтовых вод на песках 0,5 – 1 м, в суглинках – залегает глубоко, так что суглинки на возвышении в годы засухи – типичные условия для усыхания ели. На тяжелых почвах ель подвергается нападению стволовых вредителей и усыхает, в первую очередь, по микропонижениям, где корневая система наиболее поверхностна, а на легких почвах – по повышенным элементам рельефа. Почвенная влага зависит от влагоемкости почв. Самые влагоемкие – глины и суглинки [31, 80, 116]. Именно в этих условиях отрицательное влияние засухи на состояние еловых древостоев оказалось наиболее сильным, что привело к интенсивному росту численности короеда и площади очагов его массового размножения.

Для дерново-подзолистых и подзолистых почв в данном ландшафте характерно наличие глеевого горизонта. Он близок к поверхности, что позволяет накапливать преимущественно атмосферную влагу. Глубокое залегание грунтовых вод не обеспечивает подземной влагой корневую систему ели в достаточном объеме. В условиях отсутствия достаточного количества осадков, насаждения сильно страдают от дефицита почвенной влаги. Так, при обследовании в 1992 г. еловых насаждений Московской области Д.С. Леоновым [103], приуроченность куртинного усыхания елей была отмечена к участкам с оглееными почвами. От засухи заметное усыхание ели обычно начинается на следующий год или через год после сильно засушливого периода, что подтвердили результаты обследований 2011 г. Кроме того, деревья ели отличаются низкой ветроустойчивостью из-за поверхностной корневой системы, а произрастание ельников на возвышенности приводит к усиленным ветровым нагрузкам. Ветровалом 2009 г. в наибольшей степени была затронута южная часть местности 34 (на рисунке 6.7 обозначена самым темным цветом), в которой в 2011 г. доля погибших ельников превысила 9 % от общего числа ельников.

Следующими по значимости после рельефа, почвенно-грунтовых и гидрологических условий, характеризующих местность, и поврежденности насаж-

дений ветровалом, индикаторами, определяющими устойчивость насаждений, являются таксационные характеристики. На рисунке 6.8 представлен процент поврежденных еловых лесов с определенной таксационной характеристикой от общей площади ельников со схожими признаками.

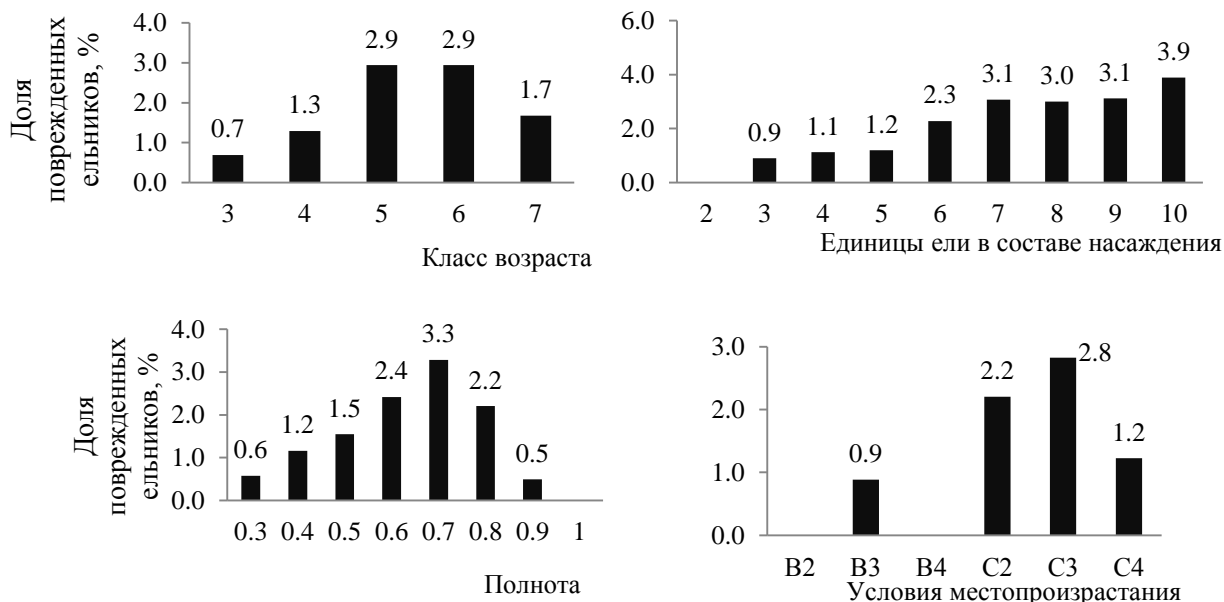


Рисунок 6.8 Оценка санитарного состояния ельников в 2012 г. в зависимости от лесотаксационных характеристик

По рисунку 6.8 видно, что наибольший процент (2,9) усыхания был отмечен в приспевающих и спелых насаждениях (5 – 6 классы возраста). В основном были повреждены ельники полнотой 0,6-0,8 (2,2-3,3 %). Наши данные согласуются с результатами Веcker Т. [130], который установил, что с увеличением полноты насаждения, заселенность типографом деревьев ели уменьшается. Прослеживалась тенденция увеличения доли поврежденных деревьев с возрастанием количества единиц ели в составе насаждения, максимальный процент (3,9) гибели наблюдался в чистых насаждениях ели. Наибольшая доля (2,8 %) усыхания ели была отмечена в условиях C₃ [106]. В таких условиях произрастают высокопродуктивные ельники, которые наиболее чувствительны к засухе [4]. Сходные характеристики насаждений в очагах короеда-типографа были отмечены А.Д. Масловым [67].

В Клинском лесничестве в основном усыхали в 2011 г. приспевающие и спелые ельники с долей ели в составе 6 и более, полнотой 0,6...0,8, произрастающих в условиях влажных сложных суборей (С3). Степень повреждения еловых лесов весьма неоднородна в пределах лесничества. В наиболее поврежденных ландшафтах доля погибших еловых древостоев достигает более 9 % в общем числе. Это моренные равнины, где велика опасность повреждения насаждений ветром, с дерново-подзолистыми и подзолистыми почвами с глеевым горизонтом, являющихся барьером для поступления подземной влаги в годы засухи. Также приуроченность очагов короэда-типографа в Брянской области к группам урочищ моренно-зандровых отмечали В.П. Шелухо и В.С. Ключев [124]. Методы ландшафтно-ключевых обследований эффективно применимы для очагов короэда-типографа, который обладает выраженной приуроченностью к определенным ландшафтам [83]. Для выбора состава насаждений целесообразно провести дополнительные почвенные и лесоэкологические исследования.

Ранее подробно были изучены основные характеристики насаждений, которые повредил короэд-типограф в одном лесничестве. Наличие данных дистанционного мониторинга еловых насаждений в период массового усыхания и таксационного описания этих площадей впервые позволило рассмотреть динамику изменения таксационных характеристик в зависимости от фазы развития очагов на значительной части Московской области (7 лесничеств). За фазу роста численности принят 2010 год, фазу максимального роста численности в масштабах области составляют 2011 г. (подфаза 1 – начало фазы) и 2012 г. (подфаза 2 – пик фазы максимальной численности типографа). В этой главе рассмотрена динамика таких характеристик насаждения, как количество единиц ели в составе, возраст, полнота, тип условий местопроизрастания (рисунки 6.9 – 6.12).

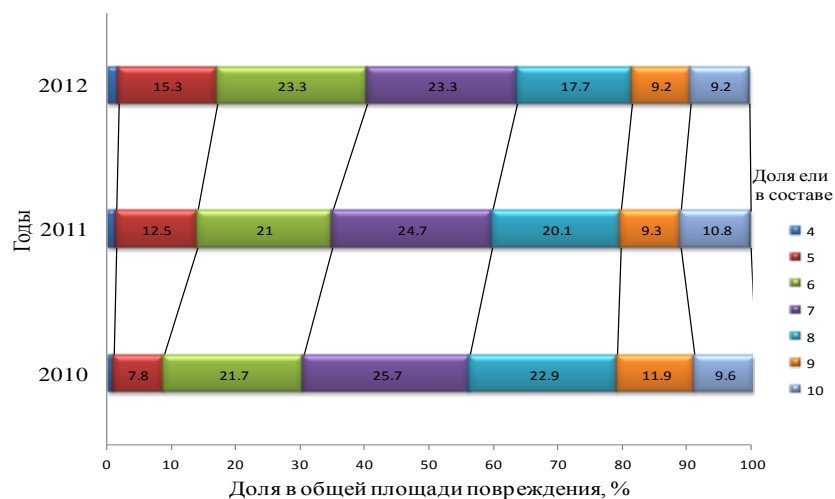


Рисунок 6.9 Распределение площади поврежденных еловых насаждений в зависимости от доли ели в составе насаждения

Динамика изменения доли ели в составе насаждения предстала следующим образом (рисунок 6.9): в 2010 г. усыхание началось в насаждениях с долей ели в составе 6 – 8 единиц (около 70 %). В 2011 г. гибель была отмечена в смешанных насаждениях – в составе 4 и 5 единиц ели. Их доля в общей площади по сравнению с 2010 г. возросла с 8 % до 13 %. В 2012 г. эта тенденция продолжалась – активно усыхали смешанные насаждения.

Существует версия, что деревья ели, растущие в смешанных насаждениях, имеют более интенсивный поток смолы, чем деревья ели в чистых насаждениях, тем самым лучше защищаются от короеда-типографа [129]. Также летучие вещества, выделяемые лиственными породами, уменьшают способность типографа искать подходящие к заселению деревья ели [132, 139, 159]. Насаждения с долей ели 6 – 8 единиц считаются наиболее восприимчивыми для короеда-типографа [67], преимущественно в начальной стадии развития популяции. Истоцив кормовую базу в чистых ельниках, при этом имея большую численность, короеду приходилось осваивать смешанные насаждения, особенно в фазе максимальной численности популяции короеда. Это подтверждают и данные зарубежных исследователей, которые отмечали, что на пике размножения на заселение деревьев жуками не влияет состав насаждений [133, 138, 157].

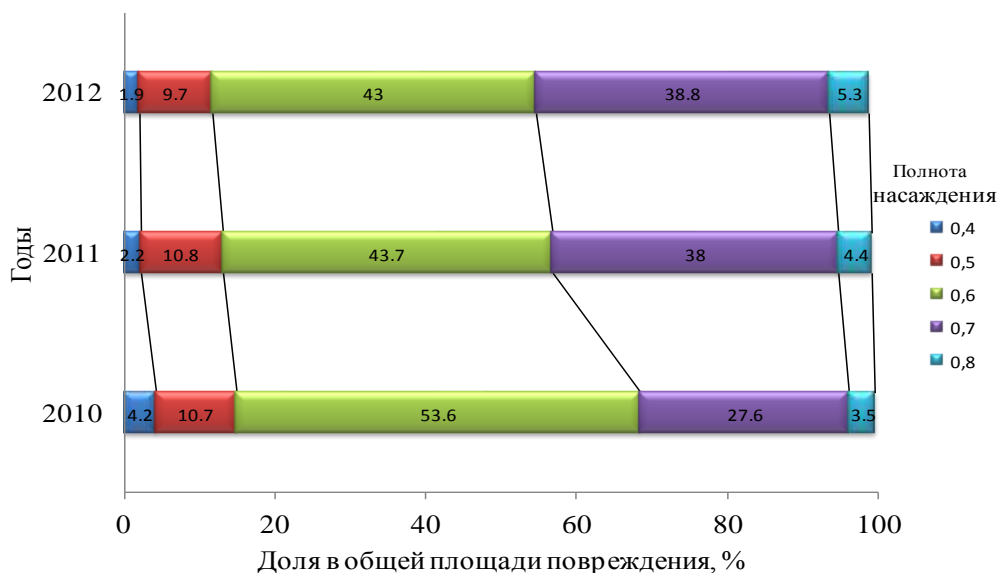


Рисунок 6.10 Распределение площади поврежденных еловых насаждений в зависимости от полноты насаждения

Согласно рисунку 6.10 в 2010 – 2012 гг. усыхания преимущественно распространялись в среднеполнотных насаждениях. Существенных колебаний в предпочтениях типографа в насаждениях разной полноты не установлено. И в фазе нарастания, и в фазе кульминации приоритет на уровне 80 % сохранялся у среднеполнотных насаждений (0,6 – 0,7).

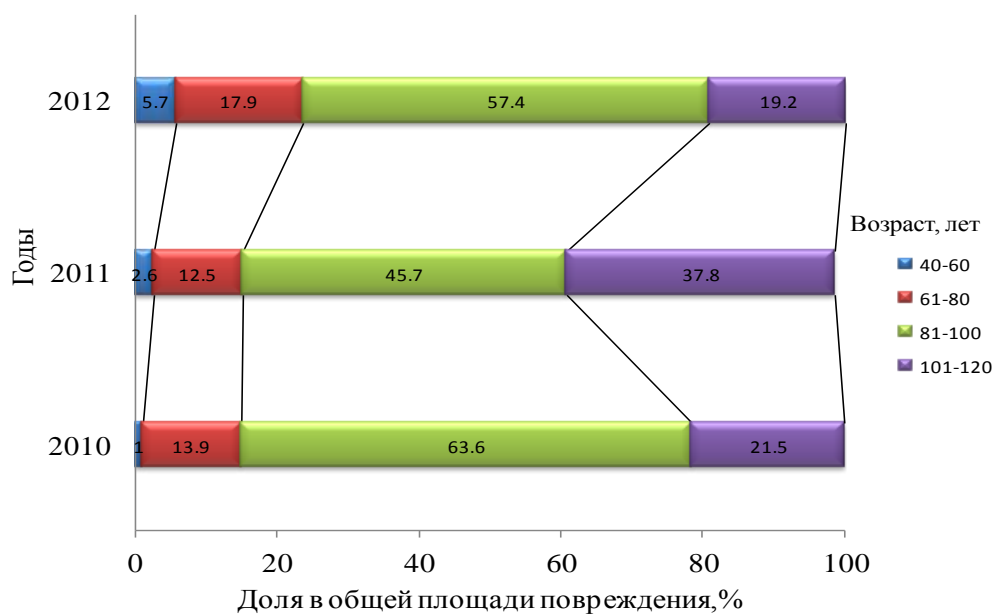


Рисунок 6.11 Распределение площади поврежденных еловых насаждений в зависимости от возраста насаждения

Исходя из рисунка 6.11, по возрасту поврежденных ельников было выявлено 2 особенности усыхания ели в 2010 – 2012 гг. Во-первых, усыхать в 2010

г. начали насаждения преимущественно в возрасте 80 – 100 лет (64 %), в 2011 г. короедом активно заселялись насаждения более старшего возраста – 100 – 120 лет. Их доля возросла на 13 % по сравнению с 2010 г. В 2012 г. типограф в основном повреждал 80 – 100-летние насаждения. Во-вторых, в 2011 – 2012 гг. активно заселяются насаждения в возрасте 40 – 80 лет.

Первая тенденция была связана с тем, что в 2011 г., в фазе роста численности короеда (местами) в лесничествах наиболее ослабленными от засухи являлись насаждения старших возрастов (100 – 120 лет). Соответственно именно спелые ельники начали заселяться в первую очередь. В конце 2011 – начале 2012 гг. после основного заселения насаждений 100 – 120 лет, типограф начал осваивать менее старовозрастные ельники.

Вторая тенденция заключалась в том, что в результате интенсивного размножения вредителя основная кормовая база начала истощаться, и ему пришлось заселять менее предпочтительные и более молодые ельники в возрасте 40 – 80 лет.

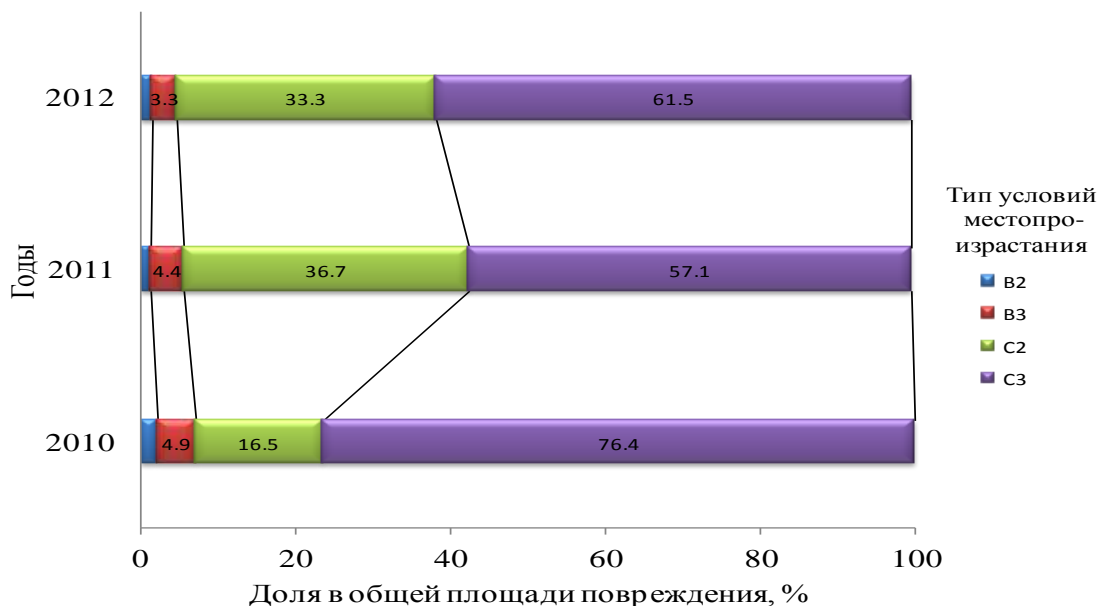


Рисунок 6.12 Распределение площади поврежденных еловых насаждений в зависимости от типа условий местопроизрастания

В 2011 – 2012 г. типограф заселял ельники, произрастающие в условиях нормального увлажнения (рисунок 6.12), так как они после засухи ослабли чуть

позднее ельников, произрастающих на влажных почвах и являющихся более чувствительными к изменению влажности почвы.

Общие тенденции изменения таксационных характеристик повреждаемых короедом ельников свидетельствуют об его экологической пластичности и приспособляемости к кормовой базе [67]. При повышенной плотности популяции физиологически типограф реагирует на это уменьшением тела и запаса жиров. При вылете и заселении деревьев первичная стратегия, когда решающим фактором является состояние дерева, не срабатывала. Теперь жуки типографа руководствовались лишь поиском дерева подходящей для питания породы, не реагируя на его состояние. Так, в 2011 г. в Клинском лесничестве короед начал осваивать жизнеспособные ели (1 – 2 категорий состояния), что свидетельствовало о его высокой агрессивности. Инстинкт самосохранения оказался выше кормовых предпочтений, поведение менялось, и типограф начал заселять и ближайšie к очагу жизнеспособные деревья для сохранения внутреннего энергетического потенциала и выживания. В 2011 г. повреждение ели короедом-типографом стало одним из ведущих факторов, непосредственно вызывающим усыхание ели.

ГЛАВА 7. ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ЕЛЬНИКОВ

Решение проблемы повышения устойчивости и продуктивности ельников, уменьшение деградации лесных экосистем в связи с периодическими массовыми усыханиями при пандемическом размножении короеда-типографа возможно только с использованием системного подхода в проведении лесоводственных мероприятий. Их совершенствование возможно с учетом биологических свойств лесообразующей породы и организации мероприятий на основе данных лесопатологического мониторинга.

Всестороннее изучение процесса деградации ельников Московской области не обходится без мероприятий по защите и воспроизводству лесов в регионе и системы лесохозяйственных мер. Это основа выращивания устойчивых высокопродуктивных лесов. Основные причины возможного ослабления ельников и лесоводственные свойства ели должны учитываться в лесном планировании.

Масштабное усыхание ельников вызвано накоплением спелых и перестойных насаждений, ураганными ветрами, засухами, хроническими очагами болезней, пандемическим размножением короеда-типографа в 2010 – 2012 гг. Активное расселение короеда вызвало масштабное повреждение ельников за 1 вегетационный сезон. Проведенные санитарные выборочные и сплошные рубки оказались недостаточной мерой для ликвидации последствий усыхания. Неэффективность проведения санитарно-оздоровительных мероприятий подтверждает необходимость составления порядка основных лесохозяйственных мероприятий при профилактике и возникновении очагов усыхания на разных фазах развития популяции короеда-типографа и формулировке основных предложений по совершенствованию системы в целом.

В состав лесоводственных мер целевого содержания ельников включается весь комплекс взаимосвязанных лесохозяйственных мероприятий, включая: регулярный уход за лесами, формирование древостоев на стадии возобновления, своевременную смену леса, вспомогательные меры. Регулярный уход за лесами выполняется при отборе деревьев по породному составу и биологическим свойствам санитарными и противопожарными рубками ухода. Своевременная смена поколений леса осуществляется в эксплуатационных и защитных лесах с использованием методов рубок, соответствующих природе лесных экосистем ельников, и исключает создание массивов одновозрастных ельников. При этом применяются вспомогательные меры: своевременная уборка ветровальных и буреломных деревьев, исключение накопления отпада, превышающего естественные и др. В случае фиксирования ухудшения санитарного состояния происходит своевременный переход к специальным активным мерам оперативного ухода за насаждениями. Например, своевременное изъятие и удаление из насаждений заселенных короедом-типографом деревьев ели, что максимально возможно ослабляет интенсивность развития популяции вредителя и проявления ее отрицательных последствий.

Отдельные дополнительные мероприятия имеют краткосрочное действие, чаще направлены на предотвращение влияния внешних факторов среды и ликвидацию последствий деградации насаждения. Их своевременное проведение и оптимальный объем обеспечивают улучшение санитарного состояния в насаждениях. К ним также относятся уборка захламленности (в т. ч. ветровалов), санитарные сплошные и выборочные рубки, очистка участков с погибшими деревьями.

Уборка захламленности должна проводиться не только при сильной степени деградации древостоя, но и при слабой и сильной. Учитывая особенности распространения очагов короеда-типографа, важно контролировать объем текущего отпада и вовремя убирать свежеселенные деревья ели. Накопление общего отпада свидетельствует о слабой интенсивности лесопользования, что наблюдалось в некоторых лесничествах Московской области в 2009 – 2012 гг.

Это привело к скорейшему развитию очагов типографа на этих и смежных участках. Данный факт усиливает лесоводственную значимость уборки захламденности мероприятия и целевой приоритет в еловых лесах.

Одно из условий – это оперативность принятия активных лесоводственных мер. Прежде всего, при лесопатологическом мониторинге необходимо ведение отдельной информационной базы по очагам основных вредителей в каждом субъекте РФ, единая нумерация и тщательный учет с геопривязкой на местности. Так переданная в органы исполнительной власти информация может одновременно анализироваться и в статистическом виде, и в картографическом. Определяется объем работ, месторасположение очагов, доступность участков и подсчет производственных мощностей. Срок от получения информации об очагах до принятия лесозащитных мер должен составлять 30 – 40 дней. Необходимо совместное применение таких средств, как выкладка ловчих деревьев, феромонный надзор и отлов жуков в ловушки, выборка свежезаселенных ельников. При этом можно сохранить до 70 % жизнеспособных еловых насаждений. Локализация вспышек массового размножения будет успешной в том случае, если четко определены границы усыхания и своевременно проведена «барьерная» сплошная или выборочная рубка (рубка деревьев на определенном расстоянии от границ очага).

В своей работе А.Д. Маслов [67] подчеркивает, что в трудах российских и зарубежных авторов много внимания уделено санитарно-оздоровительным мероприятиям (активным мерам защиты леса) и мало говорится о лесохозяйственных (профилактических) мерах для предотвращения расселения короеда-типографа на значительных площадях.

Рассматривая вспышку массового размножения короеда-типографа в Московской области, можно определить, что ослаблению и последующему заселению, в первую очередь, подверглись приспевающие и спелые чистые ельники на возвышенностях (глава 6). Этот факт подтверждает важность профилактических мероприятий, направленных в зоне периодических еловых усыха-

ний на формирование в определенных ландшафтах разновозрастных смешанных еловых лесов с разницей минимум 1 класс возраста.

После создания системы строгого и последовательного учета следует своевременно планировать и проводить санитарно-оздоровительные мероприятия в «горячих точках». Опоздание на несколько месяцев влечет за собой потерю эффективности рубок.

Лесоводственные профилактические мероприятия имеют долгосрочное действие. Они направлены на повышение устойчивости лесных экосистем, учитывая лесотаксационные, ландшафтные характеристики насаждений при негативном действии факторов внешней среды. Искусственная оптимизация таких характеристик лесных экосистем направлена на профилактику повреждений лесов и служит для предотвращения деградации насаждений. К ним относятся правильное формирование лесных культур, учитывая ландшафт, породный состав, полноту, возраст насаждений, и рубки ухода. Оптимальный породный состав обеспечивают правильное сочетание преобладающих пород, целевое размещение и оптимальные возрасты рубок в эксплуатационных лесах и ориентировочных возрастов смены старых поколений леса в защитных лесах. Одним из основных исходных лесоводственных мероприятий, обеспечивающих возможность формирования целевого состава лесных ельников и породной структуры лесного фонда является своевременная смена поколений леса с целевым возобновлением ели или других пород в соответствии с принятой схемой формирования целевой породной структуры лесного фонда. Важной составляющей становится планирование размещения участков одновозрастных еловых древостоев на определенном расстоянии друг от друга. Успешное возобновление ели в зоне периодических усыханий обуславливает своевременная рубка при достижении насаждением возраста, в котором оно наиболее восприимчиво к воздействию основных повреждающих факторов (засухи, ветра, очагов короеда-типографа) (рубка смены поколений леса) [22]. При этом, если в эксплуатационных лесах использование установленного показателя «возраст рубки» достаточно для назначения древостоя в рубку и обязательного ее проведения, исклю-

чая накопление перестойных древостоев, то в насаждениях защитных лесов подобный показатель возраста смены старых поколений леса является необходимым исходным условием для предварительного планирования смены деревьев старшего поколения. Для еловых древостоев защитных лесов Московской области – 81 – 100 лет. Целесообразно уточнить не только нижнюю границу периода начала рубки, но и верхнюю границу периода обязательного завершения рубки 1 класса возраста для исключения накопления перестойных насаждений. При чем этот критерий носит рекомендательный характер. Дополнительно оценивается санитарное состояние древостоя по данным лесопатологического мониторинга, площадь и близость очагов стволовых вредителей на предмет потенциального повреждения ельника. В свою очередь, после принятия решения о необходимости рубки смены поколений леса, учитывается функциональное назначение лесов, основные характеристики насаждений (включая возможность естественного возобновления) и определяется интенсивность и этапы рубки. Форма рубки выбирается из нормативно закрепленных выборочная рубка высокой интенсивности, как исключение, санитарная сплошная рубка.

В защитных лесах и на особо ценных в экологическом отношении участках эксплуатационных лесов вне зависимости от площади учитывается характер ослабления деревьев старых спелых, перестойных поколений леса (отдельных деревьев, групп, куртин). После принимается решение об осуществлении многоприемной – не менее двух приемов выборочной рубки равномерной выборкой ослабленных деревьев с учетом особенностей подпологового возобновления леса. Одноприемная рубка ведется при наличии под пологом, обычно уже разреженного древостоя, жизнеспособного, слабо угнетенного перспективного подроста. Схема представляется в виде неравномерной полосной (площадками) вырубki старого сравнительно устойчивого при рубке древостоя с сопутствующим возобновлением ели или других целевых пород. В условиях, где ни один из приведенных вариантов выборочной рубки не обеспечивает целевую смену старых поколений леса в соответствии с частью 4 статьи 17 Лесного кодекса [47] предусматривается проведение сплошных рубок небольшими лесо-

секами (мелколесосечные рубки) величиной 0,5 – 1,5 га, в исключительных случаях – до 3 – 5 га или больше. Это в случае, если рубка сильно ослабленных или заселенных короедом-типографом деревьев не проводилась оперативно в начале массового распространения очагов короеда-типографа ели. Идентичный участковый способ рубок в условиях необходимости создания мозаичной структуры древостоя предлагал А. Берриман [5].

Выбор интенсивности рубки зависит от объемов усыхания, наличия насаждений, достигших возраста рубки, а также от пространственного расположения и типа повреждения ельников (отдельные деревья, группы, куртины, сплошное усыхание). Осторожно следует использовать одноприемные и многоприемные выборочные рубки, так как они иногда не останавливают процессов деградации, вызываемые вспышками короеда-типографа, а только замедляют процесс распада [8]. Если проведение выборочных рубок неэффективно, предусмотрены санитарные сплошные рубки.

Следующим этапом лесопользования становится лесовосстановление. Непременным правилом при формировании еловых насаждений в соответствующих лесотипологических условиях следует утвердить минимизацию посадки чистых ельников в Московской области (8-10 единиц в составе). При планировании лесовозобновления предпочтительно естественное за счет сохранения жизнеспособного подроста. Если естественное возобновление не обеспечивается подростом хвойных и лиственных в необходимом соотношении (от 2 до 7 единиц ели в составе) проходит закладка лесных культур. Методы лесовозобновления и закладки новых поколений леса, насаждений ели определяются в основном и реализуются в сочетании с выбором и применением метода рубок лесных насаждений как ельников, так и насаждений других преобладающих пород в соответствующих лесотипологических условиях (коренных еловых лесов) согласно целевой структуре лесного фонда ельников и «целевому плану лесонасаждений по преобладающим породам». При этом, как правило, при всех вариантах закладки насаждений ели предпочтение отдается естественному лесовозобновлению из-за сохранения подроста и при недостаточном (по установ-

ленным нормам не полном – 0,5 и более от полного) количестве растений. Образование елового древостоя происходит в расчете на дополняющее возобновление лиственных пород в местах отсутствия хвойных, и затем формируется смешанный по составу древостой.

Закладка лесных культур ели в условиях, где естественное возобновление ели не обеспечивается (но успешно возобновляются лиственные – береза с осиной, а иногда и с дубом, липой, ясенем в южных районах), осуществляется по специальным схемам «неполных лесных культур» [22]. Иногда рядами – с расстоянием между ними, превышающим нормативное (для создания чистых ельников) обычно в 1,5 – 2 раза при расчете на относительно равномерное смешение пород. При планировании группового, куртинного смешения лесообразующих пород для упрощения последующего регулирования соотношения деревьев хвойных и лиственных по высоте, закладка неполных лесных культур ели осуществляется полосами кулисами (по несколько рядов с нормативным расстоянием). Посадки закладываются через полосу такой же ширины или в 1,5 раза меньшей, на которой прогнозируется естественное возобновление лиственных пород. При этом при значительной протяженности участков, может осуществляться прерывистая закладка лесных культур в целях увеличения мозаичности состава закладываемых насаждений, что особенно важно в определенных категориях защитных лесов, выполняющих средообразующие, водоохранные, рекреационные и иные функции. Однако, следует учитывать тот факт, что смешение лиственных и хвойных насаждений снижает таксационные показатели деревьев ели и несколько замедляет их рост [37].

Практически путем регламентирования расстояния между рядами лесных культур, соотношения закладываемых кулис (в т. ч. прерывистых и в виде площадок определенных размеров) обеспечивается по существу закладка лесных насаждений смешанного состава на основе комбинированного возобновления разных пород.

В условиях, где созданием неполных лесных культур с использованием дополняющего естественного возобновления (на основе комбинированного ле-

совозобновления) нельзя обеспечить создание насаждений целевого состава с преобладанием ели осуществляется закладка и создание лесных культур смешанного породного состава. При этом в зависимости от ландшафтно-лесотипологических условий конкретных территорий, в т. ч. разных частей зоны хвойно-широколиственных лесов для создания лесных культур смешанного породного состава с преобладанием ели могут использоваться кроме березы, липа, дуб, а также хвойные породы – сосна, лиственница. Закладка лесных культур смешанного породного состава может осуществляться по схемам подобным, используемым при комбинированном лесовозобновлении. При этом, учитывается положительный и особенно отрицательный прошлый опыт создания таких культур, поскольку выращивание их гораздо сложнее, чем чистых или близких к чистым, ельников. Это связано с разной интенсивностью роста перечисленных и других лесобразующих пород, а также небольшой теневыносливостью таких ценных пород как сосна, дуб, которые при отсутствии необходимого четкого по срокам, методу, интенсивности ухода будут утрачены при затенении их елью.

Поэтому для достижения поставленных целей могут использоваться выработанные в лесоводстве методы создания лесных культур смешанного состава путем закладки многорядных кулис отдельных пород, что значительно уменьшит протяженность зон регулирования взаимоотношения пород, особенно сочетания по высоте с участием, сосны, лиственницы, березы, липы. Не исключено также использование метода разновременной поэтапной закладки породных частей лесных культур – вначале медленно растущей в первые годы ели, а затем через несколько (расчетное количество) лет более быстрорастущих лиственных – березы (но в условиях сохранения достаточной освещенности).

При создании лесных культур смешанного состава (близких к чистым с небольшим участием других пород), при значительном распространении лесотипологических условий коренных еловых лесов учитываются установленные требования по соответствию целевому плану лесонасаждений. В процессе формирования древостоев исключается создание массивов одновозрастных ельни-

ков за счет использования части больших по площади участков лесовозобновления, в т. ч. в защитных лесах после пожаров или усыхания еловых лесов в связи с повреждением короедом-типографом, для целевого возобновления других древесных пород и образования насаждений с их преобладанием в составе древостоев. При других равных условиях целесообразно использовать участки без подроста ели или с небольшим его количеством с почвой в большей мере соответствующей вводимой породе (в частности, более легких почв для сосны, лиственницы и т.п.). Не исключено, что для достижения тех же целей необходимо допускать на части таких массивных участков, при неизбежном возобновлении ели, формирования временно производных древостоев березы со вторым ярусом и подростом ели.

Важнейшее значение для достижения цели – создание определенной целевой породной, возрастной и пространственной структуры насаждений, «воспитания» их устойчивости и других свойств имеют мероприятия формирования молодых лесных насаждений ельников (рубки ухода – осветления, прочистки, прореживания, проходные). Это особенно важно в лесах эксплуатационного, защитного назначения, в т.ч. относящихся к разным категориям защитных лесов и особо защитных участков лесов.

В первую очередь, проведением этих рубок ухода (осветление – проходные рубки) решается задача формирования породного состава насаждений, их пространственной структуры.

Из сохраненного подроста ели предварительного возобновления, иногда деревьев второго яруса при хорошей их сохранности, имеется возможность формирования, как правило, еловых насаждений с участием преимущественно лиственных пород в составе 2-3 единиц в эксплуатационных лесах за счет сохранения естественно возобновившихся чаще вегетативным путем деревьев березы и других пород в местах отсутствия елового подроста, а также на волоках, занимающих не менее 17 – 20 % общей площади при разработке лесосек на базе традиционной техники (бензопила – трелевочный трактор) и 30 – 35 % многооперационной техники (харвестер – форвардер). При сохраненном среднем и

мелком по высоте подросте для регулирования целевого соотношения высот ели и лиственных, деревья лиственных, обгоняющие в росте по высоте деревья ели потребуются вырубить, в т.ч. и для последующего вегетативного возобновления очередной генерации с выбором соответственно сроков рубки, в т.ч. по сезонам года, а также условий освещенности не допуская полное удаление их из насаждения, как при формировании чистых по составу древостоев.

Аналогично формируются насаждения ели с участием лиственных пород при комбинированном лесовозобновлении с неполными лесными культурами за счет расширения междурядий, но при этом для достижения цели образования устойчивого смешанного породного состава насаждений с нормальным соотношением пород по высоте (лиственные не превышают ель), деревья естественно возобновившихся лиственных пород потребуются вырубить не менее двух раз с расчетом сроков и условий завершающей рубки, обеспечивающих очередное вегетативное возобновление при недостаточном количестве сравнительно мелких (по высоте), но жизнеспособных перспективных деревьев, особенно таких ценных пород – как дуб, которые сохраняются обычно при всех очередных приемах рубок ухода. Для сохранения имеющихся экземпляров ценных пород, а также более медленно растущих деревьев березы семенного происхождения в сравнении с экземплярами вегетативного происхождения, рубки ухода в молодняках целесообразно вести по технологиям с выборочным, не шаблонным сплошным уничтожением деревьев в междурядьях.

При смешении пород кулисами, полосами при комбинированном лесовозобновлении с закладкой неполных лесных культур многорядными кулисами, при рубках ухода формирования молодняков решается, в первую очередь, основная задача регулирования соотношения высот деревьев хвойных и лиственных пород в пограничных полосах, чтобы исключить заглушение медленно-растущих культур ели лиственными из соседних полос. При этом, в полосах лиственных, примыкающих к лесным культурам осуществляется рубка ухода подобная как и в широких междурядьях предшествующих вариантах создания насаждений смешанных по составу, в то время как в центральной части полос

возможно осуществление целевого ухода за лучшими деревьями лиственных, в первую очередь ценных (если они имеются), а также березы семенного происхождения, отстающих в росте от деревьев березы порослевого происхождения и особенно вегетативного возобновления осины, которая при достаточном количестве деревьев более ценных пород удаляется почти полностью (с сохранением ее лишь как элемента биоразнообразия). Разновозрастность лиственных и хвойных на стадии молодняков при исключении отрицательного затеняющего влияния на хвойные (в т. ч. и путем регулирования направления полос – кулис относительно сторон света), в последующем будет сглаживаться по мере усиления роста деревьев хвойных пород.

Другое важное правило при формировании насаждений – исключение выращивания одновозрастных участков ельников на близком расстоянии. После масштабного усыхания лесов от короёда-типографа, некоторую долю участков на время необходимо использовать для возобновления других лесобразующих пород.

При формировании насаждений определенного состава, возраста и полноты важно своевременное и качественное проведение рубок ухода, учитывающих лесоводственные свойства пород и их размещение.

В традиционной модели основного типа лесовоспроизводства, применяющейся в типично эксплуатационных лесах экономически слабо доступных для осуществления рубок ухода с промежуточным использованием древесины, на участках с сформированным целевым составом насаждений близких к чистым, последующие рубки ухода (прореживания, проходные рубки) могут не проводиться, что позволит исключить неизбежные технологические повреждения деревьев насаждений с отрицательными последствиями (развитием гнилевых болезней поврежденных деревьев, снижением их устойчивости и повышением опасности ветровалов и т.п.). При этом завершающаяся рубка спелых древостоев для заготовки древесины (лесоводственная рубка лесовозобновления) проводится своевременно по достижению древостоем научно обоснованного «возраста рубки», не допуская длительного оставления их и

ослабления деревьев, тем более с переходом их в возрастную группу перестойных. Такие обычно одновозрастные высоко сомкнутые и высокопродуктивные насаждения сменяются сплошными рубками и непригодны для применения выборочных рубок, в т. ч. в защитных лесах. В разновозрастных насаждениях, которым (по их свойствам) соответствуют выборочные рубки, изъятие спелых деревьев из насаждений - рубка их осуществляется с максимальным исключением повреждения деревьев сохраняемых поколений, что лучше достигается в зимний период при снежном покрове и промерзшей почве.

При интенсивной многоцелевой модели лесовыращивания, которую неизбежно необходимо применять для насаждений смешанного состава с разной долговечностью древесных пород, в т. ч. в защитных лесах, рубки ухода ведутся постоянно. Они проводятся после завершения формирования молодых, в т.ч. прореживания, проходные рубки, а также и сохранения сформированных насаждений и смены старых поколений леса. Рубки ухода осуществляются умеренной интенсивности, но сравнительно часто по лесоводственной потребности. После завершения проходных рубок (в подготовленных сформированных) насаждениях могут проводиться, как правило, только слабоинтенсивные рубки ухода сохранения насаждений, выполняющие также и функции выборочных санитарных рубок.

Система интенсивной приоритетно-моноцелевой модели лесовыращивания используется обычно в сырьевых ресурсных зонах крупных промышленных предприятий по переработке древесины, потребляющей определенные сортаменты (в основном для производства целлюлозы и бумаги). Целевой состав насаждений и режим выращивания определяется в основном целевыми видами лесопользования, но обычно с учетом других необходимых целей, особенно экологических. Применение данных методов лесопользования обеспечивает эффективное выполнение лесами защитных, водоохранных и иных функций на территориях, близкорасположенных к населенным пунктам.

Соответственно, режим системно проводимых рубок ухода - промежуточного пользования (по интенсивности, повторяемости и другим параметрам)

в этой интенсивной модели, направлены на достижение основной, приоритетной цели – получения максимального объема определенных сортиментов в наиболее короткие сроки. При этом обеспечивается выполнение участками лесных насаждений экологических и социальных функций. Для хозяйственных одновозрастных ельников осуществляется формирование преимущественно чистых или относительно чистых по составу высокопродуктивных древостоев со сравнительно коротким циклом лесовоспроизводства, заканчиваемым сплошными рубками с регламентированными параметрами лесосек и невысоким нормативным «возрастом рубок», что исключает накопление ослабленных спелых, перестойных насаждений.

Модель интенсивного приоритетно моноцелевого типа лесовоспроизводства по существу наиболее выражено реализуется для лесоводственного обеспечения вида использования лесов. Это создание лесных плантаций и их эксплуатация с жестким подчинением установленной цели режима выращивания лесных плантационных насаждений, обеспечивающих получение древесины с заданными характеристиками при выполнении только общеэкологических требований на участках, выделенных без специальных ограничений рубок и подсочки леса [47]. В таком случае предусмотрены дополняющие эколого-лесоводственные требования и ограничения при неизбежности выделения для этого вида использования лесов участков, которые должны выполнять определенные целевые защитные и иные функции, а также обеспечивать различные виды недревесного и социального пользования лесом.

В рамках общего совокупного комплекса мероприятий для ельников лесоводственные системы основного типа дифференцируются по типам целевого назначения (эксплуатационно-защитного) с подразделением на модели по режиму интенсивности. Для нецелевых объектов общего лесного фонда еловых лесов с учетом известных условий патологической опасности и выполнения требований для ее снижения формируются лесоводственные мероприятия преобразования указанных объектов в целевые – представляющие преимущественно комплексные мероприятия ухода за лесами.

Переформирование потенциально-целевых насаждений с производными древостоями лиственных пород и поколением ели под пологом осуществляется с учетом состояния древостоя первого яруса и ели под пологом, с учетом планируемого целевого породного состава насаждения на участке, в т.ч. с изменением во времени. При целевом породном составе насаждения с преобладанием ели – осуществляется рубка ухода переформирования насаждений за один – два, реже три приема при сильно угнетенном состоянии подроста методом относительно равномерного разреживания, или выборкой деревьев лиственных пород группами, куртинами, а также чересполосно. При нецелесообразности срочного вывода ели в верхний ярус, тем более, если подрост ели мелкий или средний по высоте, а также и наличии потребности в толстомерных сортиментах лиственных пород для производства (тогда в начале на первом этапе) формируются целевые двухъярусные насаждения с уходом за лучшими деревьями березы и поколением ели под пологом с последующей сменой древостоя лиственных и дорациванием освобожденного из-под полога поколения ели с очередной сменой его насаждением планируемого породного состава.

Реконструкция малоценных насаждений разных пород на участках, относящихся к потенциальному фонду еловой формации, особенно нередко перестойных деградированных ельников или осинников, неэффективных уже для заготовки древесины (в значительной мере утратившей качество в связи с развитием гнилевых болезней), но являющихся в то же время, потенциально первоочередными объектами для распространения патологии, и следовательно для коренного преобразования в целевые насаждения, предусмотренные схемой формируемой структуры лесного фонда территориального образования. Замена малоценных насаждений других пород в условиях еловой формации благоприятна для выращивания высокопродуктивных насаждений многих древесных пород и является важной мерой интенсификации ведения лесного хозяйства и увеличения объемов лесопользования в районах хвойно-широколиственных лесов, освоенных уже транспортной инфраструктурой. Процесс сокращает или

исключает необходимость высоко затратного освоения новых территорий лесного фонда и сохраняя при этом экологически ценные естественные леса.

В рамках решения задачи снижения опасности патологических явлений и последствий в сочетании и взаимосвязи с отмеченными мероприятиями содержания (охраны, защиты, воспроизводства) лесов формируются и применяются мероприятия лесоводственного обеспечения использования ельников - эффективного управления их использованием, включая меры:

- своевременное изъятие спелых, подлежащих рубке древостоев;
- умеренное рекреационное использование, регулируемое по территории;
- создание лесных плантаций с укороченным циклом лесовоспроизводства;
- лесоводственное обеспечение создания специальных опушечных полос вдоль дорог и просек линейных сооружений;
- лесоводственное регламентированное создание компенсационных древесных плантаций.

Одной из важнейших мер исключения накопления перестойных ослабленных древостоев и снижения интенсивности повреждения насаждений ели короедом-типографом является своевременная рубка спелых древостоев для заготовки древесины в эксплуатационных лесах, а также и смена насаждений, утрачивающих свою функциональную роль в защитных лесах. Достижение этих целей возможно только при четком планировании и осуществлении намеченных рубок смены поколений леса. Непроведение рубок перестойных древостоев на участках ельников, переданных для использования (в аренду или бессрочное пользование) следует считать нарушением условий использования лесов. То же распространяется и на участки, не предоставленные для лесопользования в целях заготовки древесины.

В целом, решение перечисленных задач достигается при планировании и проведении «рубок спелых и перестойных насаждений» как для заготовки дре-

весины, так и для смены старых поколений в защитных лесах. Это становится неотъемлемым узловым звеном (мероприятия) в системе лесовоспроизводства, обязательного для участков хозяйственно управляемых (тем более разновозрастных или близких к ним) ельников.

Комплексное недревесное лесопользование включает предусмотренные законом виды использования недревесных, пищевых ресурсов и лекарственных растений, а также пользование лесными участками как охотничьими угодьями. Такое пользование ведется в ельниках со смешанными по составу сравнительно негустыми насаждениями обычно слабоинтенсивное. Здесь необходимо регулировать только при явно отрицательном его влиянии – как сбор подстилки с опадом, если это не связано с уменьшением сильно накапливающейся в определенных условиях при ее слабом разложении, представляющей горючий материал, а также рыхлением - минерализацией поверхности почвы в целях содействия естественному лесовозобновлению. На общих принципах регулируется сбор лекарственных растений, а также охотопользование.

Высокая повреждаемость поверхностных корневых систем ели и отрицательная реакция на уплотнение почвы на участках ельников, интенсивность рекреационного пользования обуславливает их ограничение при неизбежном попадании в зону активного отдыха. Независимо от того представлены они для осуществления такого вида использования лесов или используются в режиме свободного посещения. И в том, и другом варианте для снижения рекреационных нагрузок потребуется осуществление лесоводственных мер по рассредоточению посетителей по территории путем создания более привлекательных по комплексу рекреационных свойств соседних участков. Возможно устройство специальных ограничивающих посадок (опушек) относительно препятствующих свободному входу на наиболее уязвимые части участка.

Естественно более рассредоточено на сравнительно большой территории комплексное социальное пользование участками лесных насаждений с преобладанием или разным участием в составе ели, включающее не только отдых, но и сбор грибов, ягод, лекарственных растений. А оно обычно не требует регла-

ментирования или ограничений, за исключением распространенных нарушений и локального засорения участков бытовым мусором в местах неорганизованных стоянок посетителей (отдыхающих).

Существует предусмотренный Лесным кодексом [47] вид использования лесов «создание лесных плантаций и их эксплуатация» при его реализации путем создания плантационных лесных насаждений ели для получения древесины с заданными характеристиками при неизбежно планово-интенсивном выращивании чистых или близких к чистым древостоев, которые в то же время будут отличаться укороченным циклом лесовыращивания, что исключает появление и накопление древостоев перестойного возраста, наиболее подверженных патологии (при своевременной эксплуатации таких плантаций).

Определенную отрицательную роль в накоплении перестойных древостоев ели может иметь ограничение рубок и сохранение высоковозрастных насаждений в защитных полосах вдоль дорог, тем более в границах особо защитных участков - придорожных полосах, реже вдоль просек линейных сооружений. С учетом опасности поражения их короедом-типографом и при невысокой устойчивости ели к комплексу отрицательно действующих факторов в связи с эксплуатацией дорог целесообразно осуществление мер лесоводственного регулирования породного состава и структуры таких насаждений, а также ограничения возраста смены старых поколений ели в этих защитных лесных полосах.

При необходимости создания древесных плантаций ели в целях увеличения объемов получения древесины с заданными характеристиками и для компенсации уменьшения заготовки древесины в лесах многоцелевого и защитного назначения снижения эксплуатационного пресса на эти леса возможно сокращение общей площади чистых и близким к чистым ельников для обеспечения деревообрабатывающей промышленности, эколого-лесоводственной задачей является не только регламентирование размещения по территории и выполнения других экологических требований, но и установление своевременно-

го использования – смены древостоев не допуская накопления сравнительно старых, утрачивающих биологическую устойчивость.

Специальные лесозащитные меры, направленные на решение проблемы периодического массового поражения ельников в зоне смешанных хвойно-широколиственных лесов, планируются и применяются согласованно с общими лесохозяйственными мероприятиями.

В первую очередь, это могут быть своевременные оперативные (экстренные) защитные и истребительные меры с использованием феромонных ловушек, выкладки ловчих деревьев в начале вспышки массового размножения, направленные на снижение численности короеда-типографа. При этом, не исключается и локальная или индивидуальная защита особо ценных участков и деревьев путем применения всего комплекса средств и методов (с учетом их совершенствования и развития), в т. ч. физических, механических, химических, биологических, не исключая и обоснованное использование специальных ловушек.

Вторым направлением развития и совершенствования специальных лесозащитных мероприятий являются меры разработки и применения специальных, защитных методов и средств, обеспечивающих стабильное или хотя бы временное (на период массового размножения короеда-типографа) повышение устойчивости ели, защитных свойств деревьев ели против патологии. При этом для сохранения особо ценных объектов ели (деревьев, древостоев) может быть целесообразно применение и сравнительно дорогих биологических препаратов и биофизических средств, в т. ч. действующих также комплексно – усиливающих защитные свойства ели и снижающих пригодность (привлекательность) деревьев для заселения короедом-типографом.

Санитарно-оздоровительные мероприятия предусмотрены законодательством и нормативно-правовыми документами [47, 107]. Они предусматривают проведение сплошных рубок, уборку сухостоя и отпада, по существу – подготовку участков к проведению лесовосстановительных мероприятий (т.е. преимущественно, санитарно-очистительные меры) в комплексе созданием лес-

ных культур, реже других лесоводственных мероприятий. Фактически они представляют узловые мероприятия переходных санитарно-восстановительных систем лесоводственных мероприятий лесовоспроизводства. При этом обеспечивается уборка отпада, накапливающегося в объемах, превышающих установленные нормы. Его оставление поддерживает опасность возникновения новых очагов вредителей. При всей необходимости осуществления этих мероприятий, они практически только направлены на устранение отрицательных последствий повреждения леса, не оказывая активного влияния на ее проявления и масштабы последствий. Сокращение их и реальное оздоровление ельников, повышение их жизнеспособности и устойчивости определяется эффективностью проведения основных системных профилактических мероприятий лесовоспроизводства.

Осуществление всей совокупности мероприятий сохранения, поддержания жизнеспособности и устойчивости ельников будет эффективным при реализации научных разработок и ведения лесопатологического мониторинга состояния и при совершенствовании также системы лесоправления ельниками. В этот процесс включаются в обязательном, установленном порядке меры оперативного реагирования на основе оптимальных наблюдений за состоянием экосистем, условий и признаков деградации насаждений. Предусматривается переход к режиму экстренного управления еловыми лесами в условиях развития и распространения популяции типографа, в т. ч. срочного оперативного назначения и осуществления санитарно-оздоровительных в лесоводственной системе мероприятий санитарно-восстановительного типа.

Существенное улучшение лесоводственного обеспечения эффективного управления еловыми лесами может быть достигнуто разделением нормативно-правового регламентирования лесохозяйственных, т. ч. лесозащитных мероприятий. Предусматриваются разработка и применение региональных и локальных правил ухода за лесами и других правовых документов, обеспечивающих взаимоувязанную реализацию всей совокупности как системных лесоводственных мероприятий, соответствующих конкретным региональным усло-

виям. При этом, достигается методическое регламентирование применения приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий для еловых лесов во взаимосвязи с лесами других формаций в пределах территориальных образований. Учитывается их ландшафтная структура путем разработки и применения определенных методических рекомендаций по ведению хозяйства в еловых лесах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что к комплексу наиболее важных факторов ослабления и гибели ельников Московской обл. в 2009 – 2012 гг. относятся: накопление приспевающих, спелых и перестойных насаждений, гнилевые болезни, почвенно-климатические факторы (ураганные ветры, засуха), пожары, очаги короеда-типографа. Фаза роста численности типографа завершилась в 2010 г., местами в 2011 г., фаза максимальной численности реализовалась в 2011 и 2012 гг.

Закономерное изменение значений показателей санитарного состояния наблюдалось в начале массового усыхания ельников (2010 г.), когда средняя категория состояния составляла $2,2 \pm 0,2$; текущий отпад – $7,7 \pm 4,1$ %. В 2011 г. средняя категория состояния – $2,4 \pm 0,2$; текущий отпад – $14,3 \pm 3,4$ %. В 2012 г. средняя категория состояния – $2,8 \pm 0,2$; текущий отпад – $23,5 \pm 5,2$ %.

Также установлено, что значительные усыхания ельников обнаружены на западе, севере и востоке Московской обл. На всей территории при этом отмечалось запаздывание в образовании и развитии очагов при движении с запада на восток. Проведенная оценка взаимного расположения и изменения площади очагов короеда-типографа показала наличие 2 типов очагов: миграционных и пространственно-непрерывных. Миграционные очаги преобладают и составляют около 80 % от общего числа. Это свойство и высокая пространственная изменчивость состояния древостоев способствуют созданию чрезвычайно мозаичной, быстро меняющейся структуры очагов.

В целом, по данным исследований вспышка размножения короеда-типографа была самой масштабной за весь период наблюдений (около 90 тыс. га в 2012 г. в Московской обл., что составляет 20 % от общей площади ельников). Текущий отпад в 2012 г. составил 23 %, встречаемость пунктов постоянных наблюдений, на которых деревья усохли, – 27 %. Это позволяет использовать значения отпада для предварительной оценки площади усыхания ельников.

По результатам геоинформационного анализа оценено, что в Московской области были наиболее повреждены приспевающие и спелые ельники полнотой 0,6 – 0,8. С увеличением единиц ели в составе насаждения отмечена тенденция увеличения доли пораженных древостоев. Наиболее поврежденные насаждения произрастают на моренных равнинах с дерново-подзолистыми и подзолистыми почвами.

РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для своевременного выявления массового размножения короеда-типографа постоянные пункты наблюдений необходимо закладывать, прежде всего, в приспевающих, спелых и перестойных ельниках. Перечеты деревьев по категориям состояния на постоянных пунктах наблюдений необходимо проводить 2 раза за сезон: в конце мая – начале июня и в конце августа – начале сентября, если отмечались засухи (значения ГТК в предыдущий вегетационный период были менее 1) и наблюдалось повреждение древостоев ураганскими ветрами.

2. Для оценки санитарного состояния насаждений с заданной точностью (ошибка $\pm 20\%$) и достоверностью ($p \geq 0,95$) в Московской обл. ежегодно следует проводить перечеты не менее чем на 40 – 68 постоянных пунктах наблюдений с учетом фазы развития очагов короеда-типографа. Оперативную оценку санитарного состояния следует проводить, прежде всего, по значениям текущего отпада.

3. После обнаружения очагов в случае угрозы их распространения на значительной территории необходимо оперативно использовать космические съемки разрешением не менее 30 м для своевременного проведения лесопатологических обследований и назначения по полученным картам-схемам санитарно-оздоровительных мероприятий.

4. Для минимизации негативного действия факторов среды на ельники и повышения их устойчивости необходимо последовательно проводить систему лесоводственных мероприятий, основанную на результатах научных исследований и обобщении литературных данных. Комплекс мер должен динамично корректироваться по данным лесопатологического мониторинга и прогноза развития санитарной ситуации. В случае необходимости обязателен переход от плановых мероприятий к специальным мерам оперативного реагирования при появлении и распространении патологических явлений, что целесообразно закрепить в Правилах санитарной безопасности в лесах РФ.

5. В рамках сформированной системы осуществлять своевременную лесоводственную рубку смены поколений леса, используя рекомендованный возраст рубки начиная с 81 года и выше. В защитных лесах, кроме биологического возраста, и установленного так называемого «возраста рубки» обязательно учитывать санитарное состояние древостоев при назначении рубок.

6. Создание насаждений необходимо осуществлять преимущественно на основе естественного лесовозобновления. Если оно не обеспечивается природными условиями, используется комбинированное лесовозобновление лесных культур ели с лиственными породами и, как необходимое исключение, закладка полных лесных культур смешанного состава, и особенно чистых.

7. Следует проводить системное формирование и поддержание целевого состава и состояния насаждений с участием доли других пород с учетом особенностей целевого назначения лесов и необходимых этапов рубок ухода. При этом, для защитных лесов Московской обл., целесообразно предусмотреть в составе ельников до 3 – 4 единиц других пород (сосна, лиственница, береза, липа), не исключая создания целевых чистых насаждений экологического или ресурсного назначения с использованием мер снижения опасности воздействия факторов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- ГТК** – гидротермический коэффициент
ЛПМ – лесопатологический мониторинг
ППН – постоянный пункт наблюдений
СКС – средневзвешенная категория состояния

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Гидротермический коэффициент – отношение количества осадков, выраженное в миллиметрах за период времени с температурами воздуха выше 10°C, к сумме активных (выше 10°C) температур за тот же период.

Дехромация – изменение окраски листьев (хвои) от воздействий факторов природного и антропогенного происхождения.

Дефолиация – опадение листьев (хвои) с деревьев под воздействием неблагоприятных факторов внешней среды.

Категория состояния – интегральная балльная оценка состояния деревьев по комплексу визуальных признаков (густоте и цвету кроны, наличию и доле усохших ветвей в кроне, состоянию коры и др.).

Лесопатологический мониторинг – это система наблюдений за состоянием лесов, нарушением их устойчивости, повреждением (поражением) вредными организмами и другими негативными воздействиями природного и антропогенного характера, наблюдений за неблагоприятными факторами, влияющими на состояние лесов, а также система их оценки и прогноза.

Общий отпад– доля деревьев, усохших в текущем и прошлых годах (4, 5 и 6 категории состояния).

Очаг короеда-типографа – ослабленное насаждение или его часть, в котором количество заселенных или свежоотработанных деревьев ели превышает

норму естественного отпада.

Постоянный пункт наблюдений – часть страты, размерная круговая пробная площадь с индивидуальным описанием и маркировкой деревьев основного полога.

Средняя (средневзвешенная) категория состояния – средневзвешенный балл, рассчитанный на основе категорий состояния деревьев.

Страта – выделенная однородная группа лесных насаждений, сходных по основным таксационным показателям (главная порода, участие главной породы в составе древостоя, возраст, полнота, бонитет).

Текущий отпад – доля деревьев, усохших в текущем году (4 и 5 категории состояния).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анненская, Г.Н.* Ландшафты Московской области и их современное состояние [текст] / Г.Н. Анненская, В.К. Жучкова [и др.]. – Смоленск: СГУ, 1997. – 298 с.
2. *Анучин, Н.П.* Лесоустройство [текст]. – М.: Экология, 1991. – 400 с.
3. *Абатуров, А.В.* Мониторинг состояния ельников Московской области [текст] / Абатуров, А.В. // Система мероприятий по улучшению лесопатологического состояния ельников в Европейской части России. – Л: ВНИИЛМ, 2002. – С. 4 – 8.
4. *Абражко, А.В.* О водном режиме еловых древостоев в засуху [текст] / А.В. Абражко // Лесоведение. – 1994. – Вып. 6. – С. 36 – 45.
5. *Берриман, А.* Защита леса от насекомых-вредителей [текст] / А. Берриман. – М: Агропромиздат, 1990. – 288 с.
6. *Бобкова, К.С.* Биологическая продуктивность хвойных лесов европейского Северо-Востока [текст] / К.С. Бобкова. – Ленинград: Наука, 1987. – 156 с.
7. *Богатырев, Ю.Г.* Водный режим ели европейской в условиях засухи [текст] / Ю.Г. Богатырев, А.Д. Серяков // Лесоведение. – 1995.– Вып. 4. – С. 34 – 43.
8. *Букась, А.В.* Негативные экологические факторы и меры по снижению их отрицательного воздействия на еловые насаждения смешанных лесов европейской части России [текст]: дис. ... канд. с.-х. наук / А.В. Букась. – Брянск, 2005. –169 с.
9. *Воронцов, А.И.* Патология леса [текст]. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 272 с.
10. *Воронцов, А.И.* О методике лесопатологических обследований [текст] / А.И. Воронцов, А.В. Лобанов // Защита леса. –1968. – Вып. 1. – С. 17 – 22.

11. *Воронцов, А.И.* Технология защиты леса [текст] / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолевская, Э.С. Соколова. – М.: Экология, 1991. – 257 с.
12. *Воропанов, П.А.* Ельники Севера [текст]. – Ленинград: Гослесбумиздат, 1950. – 186 с.
13. *Выгодская, Н.Н.* Многолетняя динамика почвенного увлажнения и усыхание ели в еловых лесах южной европейской тайги [текст] / Н.Н. Выгодская, В.И. Абражко [и др.] // Лесоведение. – 2004. – Вып. 1. – С. 3 – 22.
14. *Гаврилюк, Е.А.* Методика современной обработки разносезонных изображений LANDSAT-TM и создания на их основе карты наземных экосистем Московской области [текст] / Е.А. Гаврилюк, Д.В. Ершов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Вып. 4. – С. 15 – 23.
15. *Государственная программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013–2020 годы.* Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. N 2593–р [электронный ресурс]. - М., 2012. – 282 с.
16. *Громцев, А.Н.* Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России [текст] / А.Н. Громцев. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. – 237 с.
17. *Девятова, Н.В.* Определение масштабов усыхания хвойных лесов Европейского Севера России по данным спутниковых наблюдений [текст] / Н.В. Девятова, Д.В. Ершов [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. – 2007. – Вып. 4. – С. 204 – 211.
18. *Демаков, Ю.П.* Диагностика устойчивости лесных экосистем [текст] / А.Н. Демаков. – Йошкар-Ола: Периодика Марий Эл, 2000. – 416 с.
19. *Демидова, А.Н.* Структура елового древостоя в очаге поражения короедом типографом [текст] / А.Н. Демидова, А.А. Маслов // Труды Звенигород-

- ской станции имени С.Н. Скадовского: Т.5. М.: МГУ, 2011. – С. 145 – 148.
20. *Дыренков, С.А.* Структура и динамика таежных ельников [текст].– Ленинград: Наука, 1984. –173 с.
 21. *Ершов, Д.В.* Российская система спутникового мониторинга лесных пожаров [текст] / Д.В. Ершов [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли и космоса. – М. –Вып. 1. – 2004. – С. 47 – 57.
 22. *Желдак, В.И.* Формационно-лесотипологические приоритетно-целевые системы лесоводственных мероприятий [текст] / В.И. Желдак. – М: ВНИИЛМ. – 2010. – 228 с.
 23. *Жирин, В.М.* Дистанционные методы оценки состояния лесов [текст]: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / В.М. Жирин. – Брянск, 1998. – 38 с.
 24. *Израэль, Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды [текст] / Ю.А. Израэль. –Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. – 323 с.
 25. *Исаев, А.С.* Геоинформационные методы в системе лесопатологического мониторинга [текст] / А.С. Исаев, Н.И. Лямцев, Д.В. Ершов //Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: доклады V Всероссийской конференции, посвященной памяти выдающихся ученых-лесоводов В.И. Сухих и Г.Н. Коровина. – М., 2013. – С. 29 – 32.
 26. *Исаев, А.С.* Черный пихтовый усач [текст] / А.С. Исаев, А.С. Рожков, В.В. Киселев. – Новосибирск: Наука, 1988. – 270 с.
 27. *Исаев, А.С.* Аэрокосмический мониторинг лесов [текст] / А.С. Исаев, В.И. Сухих [и др.]. – М.: Наука, 1991. – 240 с.
 28. *Катаев, О.А.* Короеды в ельниках северо-запада и прогнозирование их размножений [текст]: автореф. дис. ... докт. биол. наук / О.А. Катаев. – Красноярск, 1982. – 38 с.

29. *Катаев, О.А.* Некоторые особенности усыхания ели в Калининградской области [текст] / О.А. Катаев, А.В. Лобанов // Защита леса. – 1975. – Вып. 1. – С. 46 – 51.
30. *Катаев, О.А.* Динамика плотности популяции короедов (Coleoptera, Scolitidae) в древостоях, ослабленным природными и антропогенными факторами [текст] / О.А. Катаев, А.В. Осетров [и др.] // Чтения им. Н.А. Холодковского. – 2001. – Вып. 54. – 82 с.
31. *Клюев, В.С.* Факторы дестабилизации состояния ельников и повышение их устойчивости лесохозяйственными мероприятиями на примере Брянской области [текст]: автореф. ... канд. с.-х. наук / В.С. Клюев. – Брянск, 2013. – 151 с.
32. *Кобельков, М.Е.* Проблема защиты еловых лесов от короеда-типографа в Московской области [текст] / М.Е. Кобельков // Лесное хозяйство. – 2003. – Вып.1. – С. 33.
33. *Кобельков, М.Е.* Методологические и типологические аспекты лесопатологического мониторинга как основы интегрированной системы защиты лесов на примере Московской области [текст] / М.Е. Кобельков // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2003. – Вып. 2. – С. 129 – 133.
34. *Ковалев, Б.И.* Мониторинг состояния лесов Западного Урала [текст] / Б.И. Ковалев. – СПб: СПбЛТА, 2001. – 120 с.
35. *Ковалев, Б.И.* Особенности повреждения лесов Восточного Саяна на ветровалах [текст] / Б.И. Ковалев // Лесохозяйственная информация. – 1999. – Вып. 3-4. – С. 41 – 47.
36. *Ковалев, Б.И.* Состояние, факторы, его определяющие, и организация хвойных лесов Центральной Сибири и Вятско-Камского региона [текст] / Б.И. Ковалев. – Брянск, 2000. – 248 с.
37. *Коротков, С.А.* Особенности формирования ельников условиях антропогенного стресса (на примере лесов Клиньско-Дмитровской гряды) [текст]: автореф. дис. ... канд. б. наук / С.А. Коротков. – Москва, 1998. – 23 с.

38. *Крылов, А.М.* Выявление очагов короеда-типографа в Московской области с использованием снимков Landsat [текст] / А.М. Крылов, Н.А. Владимирова, А.А. Соболев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2011. – №. 4. – С. 54 – 60.
39. *Крылов, А.М.* Выявление и оценка площадей катастрофических ветровалов 2009-2010 гг. по данным космической съемки [текст] / А.М. Крылов, Н.А. Владимирова, Е.Г. Малахова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2012. – Вып. 200. – С. 197 – 207.
40. *Крылов, А.М.* Использование свободных ГИС в системе дистанционного лесопатологического мониторинга [текст] / А.М. Крылов, Н.А. Владимирова, Е.Г. Малахова // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2012. – № 1(84). – С. 148 – 152.
41. *Крылов, А.М.* Перспективы применения результатов дешифрирования космической съемки Landsat TM/ETM+ для прогнозирования повреждения еловых лесов короедом-типографом и оценки устойчивости насаждений [текст] / А.М. Крылов, Е.Г. Малахова // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: Доклады V Всероссийской конференции, посвященной памяти выдающихся ученых-лесоводов В.И. Сухих и Г.Н. Коровина.– М., 2013 г. – С. 175 – 177.
42. *Кухта, В.Н.* Короеды ели европейской и мероприятия по регулированию их численности [текст] / В.Н. Кухта, А.И. Блинцов, А.А. Сазонов. – Минск. – 2014.– 238 с.
43. *Лабутина, И.А.* Дешифрирование аэрокосмических снимков. [текст] / И.А. Лабутина. – М.: Аспект пресс, 2004. – 184 с.
44. *Лабутина, И.А.* Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. [текст] / И.А. Лабутина, Е.А Балдина.– М. – 2011. – 88 с.
45. *Лакин, Г.Ф.* Биометрия [текст]: учеб. пособие для биологич. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1980. – 292 с.

46. *Леса СССР* [текст] / Под ред. Жукова А.Б. – Наука, 1966. – Т. 2. – 278 с.
47. *Лесной кодекс* Российской Федерации: Федеральный закон от 4 декабря № 220-ФЗ [текст] – 2006 г.
48. *Лесной план* Московской области [электронный ресурс] / Москва. – 2010. http://klh.mosreg.ru/wood_plan/2273.
49. *Липаткин, В.А.* Факторы, обусловившие массовое размножение короеда-типографа в Московской области [текст] / В.А. Липаткин, Е.Г. Мозолевская // Комплексные меры защиты ельников европейской части России по подавлению массового размножения короеда-типографа. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2001. – С. 36 – 47.
50. *Липаткин, В.А.* Наблюдения за изменением лесопатологической ситуации в 2013 г. в связи с массовым размножением короеда-типографа в еловых насаждениях пироговского участкового лесничества [текст] /. В.А. Липаткин, Е.Г. Мозолевская [и др.] // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2013. – Вып. 6. – С. 6 – 13.
51. *Лямцев, Н.И.* Усыхание ельников в Архангельской области и комплекс мероприятий по их оздоровлению [текст] / Н.И. Лямцев, А.Д. Маслов, Б.С. Денисов // Усыхающие ельники Архангельской области: проблемы и пути их решения. – Архангельск, 2007. – С. 81 – 84.
52. *Лямцев, Н.И.* Лесопатологическое состояние ельников Архангельской области [текст] / Н.И. Лямцев // Северные территории России: проблемы и перспективы развития: материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Архангельск, 2008. – С. 819 – 822.
53. *Лямцев, Н.И.* Оценка санитарного состояния древостоев // Методические подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки [текст]. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – С. 99 – 113.
54. *Лямцев, Н.И.* Динамика санитарного состояния еловых лесов Московской области после засухи 2010 г. [текст] / Н.И. Лямцев, Е.Г. Малахова // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2013. – № 6(98). – С. 82 – 88.

55. *Лямцев, Н. И.* Совершенствование методов прогноза лесопатологической ситуации [текст] / Н.И. Лямцев // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – СПб., 2013. – С. 47 – 54.
56. *Малахова, Е.Г.* Очаги короеда-типографа *Ips typographus* L.(Coleoptera, Scolytidae) в ельниках Московской области [текст] / Е.Г. Малахова // Материалы XIV съезда Русского энтомологического общества. – СПб, 2012. – С. 268.
57. *Малахова, Е.Г.* Усыхание ельников в Клинском лесничестве Московской области [текст] / Е.Г. Малахова, А.М. Крылов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1. – С. 1975 – 1978.
58. *Малахова, Е.Г.* К характеристике распространения очагов короеда-типографа в Ногинском лесничестве Московской области [текст] / Е.Г. Малахова, Н.И. Лямцев // Материалы международной конференции «VII Чтения О.А. Катаева. Вредители и болезни древесных растений России». – СПб., 2013. – С. 57 – 58.
59. *Малахова, Е.Г.* Распространение и структура очагов усыхания еловых лесов Московской области в 2010-2012 годах [текст] / Е.Г. Малахова, Н.И. Лямцев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2014. – Вып. 207. – С. 193 – 201.
60. *Манько, Ю. И.* Взгляды А.И. Куренцова на проблему усыхания аянской ели [текст] / Ю.И. Манько // Чтения памяти А. И. Куренцова. – 2009. – Вып. 20. – С. 24 – 28.
61. *Манько, Ю.И.* Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов [текст] / Ю.И. Манько. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 228 с.

62. *Манько, Ю.И.* Массовое усыхание пихтово-еловых лесов на Российском Дальнем Востоке: основные итоги изучения [текст] / Ю.И. Манько, Г.А. Гладкова // Комаровские чтения. – 2003. – Вып. 49. – С. 131 – 171.
63. *Маслов, А.Д.* Новая волна массового размножения короёда типографа в ельниках Восточной Европы [текст] / А.Д. Маслов // Лесное хозяйство. – 2003. – Вып. 1. – С. 30 – 31.
64. *Маслов, А.Д.* Усыхание еловых лесов от засухи на европейской части СССР [текст] / А.Д. Маслов // Лесоведение. – 1972. – Вып. 6. – С. 77 – 87.
65. *Маслов, А.Д.* Пандемическое размножение короёда-типографа в ельниках Восточной Европы [текст] / А.Д. Маслов // Проблемы лесоводства и лесоведения: Сб. науч. трудов Института леса Национальной академии наук Беларуси. – 2001. – Вып.53. – С. 326 – 327.
66. *Маслов, А.Д.* Интегрированная оценка состояния деревьев [текст] / А.Д. Маслов // Известия СПбЛТА. – 2009. – Вып. 187. – С. 185 – 193.
67. *Маслов, А.Д.* Короёд-типограф и усыхание еловых лесов [текст] / А.Д. Маслов. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2010. – 138 с.
68. *Маслов, А.Д.* Состояние и динамика очагов размножения короёда-типографа в Центральной России в 2010 и первой половине 2011 года [Электронный ресурс] / А.Д. Маслов, И.А. Комарова, А.С. Котов // Лесохозяйственная информация. – 2011. – Вып. 1. – С. 39 – 46.
69. *Маслов, А.Д.* Состояние и динамика очагов размножения короёда-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. – 2011. – Вып. 2. – С. 35 – 41.
70. *Маслов, А.Д.* Опыт массового отлова жуков короёда-типографа феромонными ловушками. [текст] / А.Д. Маслов, И.А. Комарова, В.А. Селиванов // Защита леса – инновации во имя развития: Бюлл. Пост. Комиссии ВПРС МОББ по биолог. защите леса. – Вып. 9. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2013. – С. 70-75.

71. *Маслов, А.Д.* и др. Защита ели от короеда-типографа: массовый отлов и применение антиферомонов [текст] / А.Д. Маслов и др. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2014. – 12 с.
72. *Матусевич, Л.С.* Лесопатологическое состояние еловых насаждений на территории Европейской России [текст] / Л.С. Матусевич// Лесное хозяйство. – 2003. – Вып. 1. – С. 29
73. *Матусевич, Л.С.* Популяционные показатели короеда типографа (*Ips typographus* L.) в ельниках хвойно-широколиственных лесов [текст]: дис. ... канд. биол. наук / Л.С. Матусевич. – Пушкино, 1993. –151 с.
74. *Методические рекомендации* по надзору, учету и прогнозу массового размножения стволовых вредителей и санитарного состояния лесов [текст]. – М.: ВНИИЛМ, 2006. – 44 с.
75. *Методические указания* по экспедиционному лесопатологическому обследованию лесов СССР [текст]. – Брянск, 1986. – 187 с.
76. *Методы мониторинга и болезней леса* [текст]: справочник / Под ред. В.К. Тузова. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 200 с.
77. *Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем* [текст]. – М.: Росгидромет, 2012. – 507 с.
78. *Минаева, Т.Ю.* Массовое усыхание древостоев ели [текст] / Т.Ю. Минаева, Е.С. Шапошников // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. СПб.: РБО, 2004. – С. 354 – 360.
79. *Мозолевская, Е.Г.* Первичные и интегральные показатели состояния насаждений, используемые в мониторинге [текст] / Е.Г. Мозолевская // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2000. – Вып. 6. –С. 65 – 67.
80. *Мозолевская, Е.Г.* Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса [текст] /Е.Г. Мозолевская, О.А. Катаев, Э.С. Соколова. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 152 с.

81. *Мозолевская, Е.Г.* Особенности развития вспышки массового размножения короеда-типографа в ближнем Подмосковье [текст] / Е.Г. Мозолевская, В.А. Липаткин // Лесное хозяйство. – 2003. – Вып. 1 – С. 31 – 32.
82. *Мозолевская, Е.Г.* Очаги короеда типографа в ельниках национального парка «Лосиный остров» [текст] / Е.Г. Мозолевская, В.А. Липаткин, А.Н. Щербаков, Т.В. Шарапа // Экология, мониторинги рациональное природопользование: науч. тр. – 2001. – Вып. 307. – С. 9–19.
83. *Нагулевич, В.В.* Исторические аспекты мониторинга окружающей среды в России [текст] / В.В. Нагулевич // Лесохозяйственная информация. – 2008. – Вып. 8-9. – С. 33 – 51.
84. *Налдеев, Д.Ф.* Вспышка массового размножения короеда-типографа в национальном парке «Водлозерский» Республика Карелия [текст] / Д.Ф. Налдеев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2009. – Вып. 5. – С. 126 – 128.
85. *Наставление* по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России [текст]. – М., 2001. – 86 с.
86. *Нифонтов, В.И.* К вопросу об усыхании еловых насаждений [текст] / В.И. Нифонтов // Комплексные меры защиты ельников европейской части России по подавлению массового размножения короеда-типографа. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2001, – С. 36 – 38.
87. *Обзор* санитарного и лесопатологического состояния лесов Московской области в 2008 году и прогноз лесопатологической ситуации на 2009 год [текст]. – Пушкино: Российский центр защиты леса, 2009. – 62 с.
88. *Обзор* санитарного и лесопатологического состояния лесов Московской области в 2009 году и прогноз лесопатологической ситуации на 2010 год [текст]. – Пушкино: Российский центр защиты леса, 2010. – 134 с.
89. *Обзор* санитарного и лесопатологического состояния лесов Московской области в 2010 году и прогноз лесопатологической ситуации на 2011 год [текст]. – Пушкино: Российский центр защиты леса, 2011. – 109 с.

90. *Обзор* санитарного и лесопатологического состояния лесов Московской области в 2011 году и прогноз лесопатологической ситуации на 2012 год [текст]. – Пушкино: Российский центр защиты леса, 2012. – 97 с.
91. *Обзор* санитарного и лесопатологического состояния лесов Московской области в 2012 год и прогноз лесопатологической ситуации на 2013 год [текст]. – Пушкино: Российский центр защиты леса, 2013. – 146 с.
92. *Обзор* санитарного и лесопатологического состояния лесов Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей среды по Московской области за 2000 год [текст]. – М.: Центр защиты леса Московской области, 2001. – 23 с.
93. *Обзор* санитарного и лесопатологического состояния лесов Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей среды по Московской области за 2003 год [текст]. – М.: Центр защиты леса Московской области, 2004. – 11 с.
94. *Огибин, Б.Н.* Насекомые-вредители лесов Европейского Севера и борьба с ними [текст]. – Архангельск, 1989. – 28 с.
95. *Орлов, А.Я.* Особенности отношения ели европейской и некоторых других видов ели к недостаточной влагообеспеченности [текст] / А. Я. Орлов // Лесоведение. – 1996. – Вып. 1. – С. 84 – 93.
96. *Отчет* о результатах работы Комитета лесного хозяйства Московской области по реализации полномочий в области лесных отношений за период 1 июля 2012-1 июля 2013 г. [текст] / Комитет лесного хозяйства Московской области. – 2013 г. – 27 с.
97. *Отчет* по лесопатологическому обследованию части лесов истринского, клинского, подольского, солнечногорского, уваровского и шаховского лесохозяйственных предприятий московского управления лесного хозяйства [текст] / П. Яценков. – М.: Московское специализированное лесоустроительное предприятие, 1983. – 134 с.
98. *Отчет* по лесопатологическому обследованию лесов шатурского лесопромхоза московского управления лесами министерства лесного хозяй-

- ства РСФСР [текст] / В.И. Смирнов. – М.: Московское специализированное лесоустроительное предприятие всесоюзное объединение «Леспроект», 1987. – 147 с.
99. *Отчет* по лесопатологическому обследованию Можайского леспромхоза московского управления лесного хозяйства министерства лесного хозяйства РСФСР [текст] / В.И. Смирнов. – М.: Московское специализированное лесоустроительное предприятие, 1988. –144 с.
100. *Отчет* по лесопатологическому обследованию части лесов Раменского мехлесхоза московского управления лесного хозяйства министерства лесного хозяйства РСФСР [текст] / В.И. Смирнов. – М.: Московское специализированное лесоустроительное предприятие, 1988. –223 с.
101. *Отчет* по лесопатологическому обследованию коломенского лесокомбината московского лесохозяйственного территориального производственного объединения министерства лесного хозяйства РСФСР [текст] / В.И. Смирнов. – М.: Московское специализированное лесоустроительное предприятие, 1989. –211 с.
102. *Отчет* по лесопатологическому обследованию луховицкого мехлесхоза московского управления лесного хозяйства министерства лесного хозяйства РСФСР [текст] / В.И. Смирнов. – М.: Московское специализированное лесоустроительное предприятие, 1989. –187 с.
103. *Отчет* по лесопатологическому обследованию насаждений лотошинского мехлесхоза московского управления лесами [текст] / Д.С. Леонов. – М.: Московское специализированное лесоустроительное предприятие, 1993. – 219 с.
104. *Отчет* по лесопатологическому обследованию насаждений егорьевского лесхоза московского управления лесами [текст] / Д.С. Леонов. – М.: Московское специализированное лесоустроительное предприятие, 1994. – 327 с.
105. *Плохинский, Н.А.* Биометрия [текст]. – М.: МГУ, 1969. – 369 с.
106. *Погребняк, П.С.* Общее лесоводство [текст]. – М.: Колос, 1988. – 440 с.

107. *Правила санитарной безопасности в лесах.* Постановление Правительства РФ от 29 июня 2007 г. № 414. -2007 г.
108. *Применение феромонов* важнейших вредителей при ведении лесопатологического мониторинга [текст]. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. – 36 с.
109. *Программа-методика* организации и проведения мониторинга по региональному лесопатологическому мониторингу лесов Московской области, Рослесозащита, 1994.
110. *Разнообразие и динамика* лесных экосистем [текст]. В 2 кн. Кн. 1/ Под ред. А.С. Исаева. – М.: КМК, 2012. – 461 с.
111. *Речан, С.П.* Леса Северного Московской области [текст] / С.П. Речан, Т.В. Малышева, А.В. Абатуров [и др.]; под ред. Л.П. Рысина. – М.: Наука, 1993. – 315 с.
112. *Руководство* по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований. Приложение 3 к приказу Рослесхоза от 29.12.2007. № 523. – М., 2007. – 16 с.
113. *Руководство* по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга. Приложение 1 к приказу Рослесхоза от 29.12.2007. № 523. – М., 2007. – 66 с.
114. *Рысин, Л.П.* Динамика хвойных лесов Московской области [текст] / Л.П. Рысин, А.В. Абатуров, Л.И. Савельева [и др.] ; под ред. В.В. Осипова. –М.: Наука, 2000. – 221с.
115. *Рысин, Л.П.* Принципы организации мониторинга состояния городских и пригородных лесов Московской области [текст]/ Л.П. Рысин, А.В. Абатуров [и др.] / Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 1999. – Вып. 2. – С. 17 – 21.
116. *Сарнацкий, В.В.* Ельники: формирование, повышение продуктивности и устойчивости в условиях Белоруси.– Минск: Тэхналогія, 2009. – 334 с.

117. *Сарнацкий, В.В.* Зонально-типологические закономерности периодического массового усыхания ельников Беларуси [текст] / В.В. Сарнацкий // Лесное хозяйство. – 2012. – Вып. 1. – С. 274 – 277.
118. *Селиховкин, А.В.* Количественная оценка воздействия насекомых – дендрофагов на состояние древостоев [текст] / А.В. Селиховкин // Известия СПбГЛТА. – 2009. – Вып. 187. – С. 285 – 296.
119. *Справочник лесничего* [текст]. – М.: ВНИИЛМ, 2003. – 640 с.
120. *Стороженко, В.Г.* Показатели древесного отпада в коренных ельниках таежной Русской равнины [текст]. / В.Г. Стороженко // Грибные сообщества лесных экосистем. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. – С. 221 – 238.
121. *Федоров, Н.И.* Особенности формирования еловых лесов в Белоруссии с их периодическим массовым усыханием [текст] / Н.И. Федоров, В.В. Сарнацкий. – Минск: Тэхналогія, 2001. – 179 с.
122. *Федоров, Н.И.* Особенности ведения хозяйства в еловых лесах в связи с массовым усыханием деревьев [текст] / Н.И. Федоров, И.Э. Рихтер [и др.] // Лесная наука на рубеже XXI. – 1997. – Вып. 46. – С. 205 – 208.
123. *Федоров, Н.И.* Особенности массового усыхания ели в лесах Беларуси [текст] / Н.И. Федоров, В.В. Сарнацкий [и др.] // Лесоведение. – 1998. – Вып. 6. – С. 12 – 23.
124. *Шелуха, В.П.* Роль короеда типографа в динамике состояния еловых насаждений Брянской области [текст] / В.П. Шелуха, В.С. Ключев. – Брянск: БГИТА, 2013. – 128 с.
125. *Щербаков, А.Н.* Очаги короеда-типографа в ельниках «Лосиного острова» [текст] / А.Н. Щербаков // Комплексные меры защиты ельников европейской части России по подавлению массового размножения короеда-типографа. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2001. – С. 48 – 50.
126. *Энциклопедия лесного хозяйства* [текст]. – Т.2 – М.: ВНИИЛМ, 2006. – 416 с.

127. *Allen C.D.*, Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Venetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D.D., Hogg, E.H. et al. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *For. Ecol. Manag.* 259. 2010. P. 660 – 684.
128. *Angst A.*, Regula Ruedg R., Forster B. Declining Bark Beetle Densities (*Ips typographus*, Coleoptera: Scolytinae) from Infested Norway Spruce Stands and Possible Implications for Management. *Psyche: A Journal of Entomology*. 1.2012. P. 1–7.
129. *Baier P.*, Führer E., Kirisits T., Rosner, S. Defence reactions of Norway spruce against bark beetles and the associated fungus *Ceratocystis polonica* in secondary pure and mixed species stands. *For. Ecol. Manag.* 159.2002. P. 73 – 86.
130. *Becker T.* Zunehmender Borkenkferbefall in zwei fichtenreichen Bannwldern Baden-Wrtembergs // *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forst*, 1999. 362. P. 80 – 100.
131. *Bentz B.* Bark Beetle Symposium Participants// Rocky Mountain Research Station Snowbird. 2005. P. 42.
132. *Byers J.A.*, Zhang Q.H., Schlyter F., Birgersson G. Volatiles from nonhost birch trees inhibit pheromone response in spruce bark beetles. *Naturwiss.* 85.1998. P. 557 – 561.
133. *Cristiansen E.*, Bakke A. The spruce bark beetle of Eurasia // *Dynamics of forest insect populations: patterns, causes, implication*. New York: Plenum Press, 1988. P. 479 – 503.
134. *Dutilleul P.*, Nef L., Frigon D. Assessment of site characteristics as predictors of the vulnerability of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) stands to attack by *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 124, 2000. P. 1–5.
135. *Dworschak K.* Ecophysiology of the European spruce bark beetle (*Ips typographus* L.): Factors affecting individual fitness, dispersal and population dynamics. Dissertation. Technische Universität München.2013. P.130.

136. *Eriksson M.* The bark beetle *Ips typographus* (L.) on patches of dead or dying host trees: Estimating the colonization success and the risk of consequential tree deaths. // PhD academic dissertation. University of Joensuu, 2007. P. 20.
137. *Eriksson M., Pouttub A., Roininen H.* The influence of windthrow area and timber characteristics on colonization of wind-felled spruces by *Ips typographus* (L.) *Forest Ecology and Management*. V. 216. Is. 1–3. 2005. P.105 –116.
138. *Faccoli M, Bernardinelli I.* Composition and Elevation of Spruce Forests Affect Susceptibility to Bark Beetle Attacks: Implications for Forest Management *Forest*. 5. 2014. P. 88 – 102.
139. *Faccoli M., Blaženec M., Schlyter F.* Feeding response to host and non-host compounds by males and females of the spruce bark beetle *Ips typographus* in a tunnelling microassay. *J. Chem. Ecol.* 31. 2005. P. 745–759.
140. *Fahse L., Heurich M.* Simulation and analysis of outbreaks of bark beetle infestations and their management at the stand level. *Ecological Modelling*, 222, 2011. P. 1833 – 1846.
141. *Gutowski J.M., Krzysztofiak L.* Directions and intensity of migration of the spruce bark beetle and accompanying species at the border between strict reserves and managed forests in north-eastern. Poland *Ecological Questions*. 6.2005. P. 81 – 92.
142. *Hlásny T., Turčáni M.* Persisting bark beetle outbreak indicates the unsustainability of secondary Norway spruce forests: Case study from Central Europe. *Ann. For. Sci.* 70.2013. P. 481 – 491.
143. *Hlásny T., Zajíčková L., Turčáni M., Holuša J., Sitková Z.* Geographical variability of spruce bark beetle development under climate change in the Czech Republic // *Journal of forest science*, 57, 2011. P. 242 – 249.
144. *Jactel H., Petit J., Desprez-Loustau M.-L., Delzon S., Piou D., Battisti A., Koricheva J.* Drought effects on damage by forest insects and pathogens: A meta-analysis. *Glob. Chang. Biol.* 28.2012. P. 267 – 276.

145. *Jonasova M., Prach K.* Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak *Ecological Engineering*. 23. 2004. P. 15 – 27.
146. *Jönsson A.M., Harding S., Krokene P., Lange H., Lindelöw Å., Økland B., Ravn H.P., Schroeder L.M.* Modelling the potential impact of global warming on *Ips typographus* voltinism and reproductive diapause. *Clim. Chang.* 109.2011. P. 695 – 718.
147. *Kautz M., Dworschak K., Gruppe A., Schopf R.* Quantifying spatio-temporal dispersion of bark beetle infestations in epidemic and non-epidemic conditions. // *Forest Ecology and Management*, 262, 2011. P. 598 – 608.
148. *Lauscha A., Fahse L., Heurich M.* Factors affecting the spatio-temporal dispersion of *Ips typographus* (L.) in Bavarian Forest National Park: A long-term quantitative landscape-level analysis. // *Forest Ecology and Management*, 261, 2011. P. 233 – 245.
149. *Marini L., Lindelöw A., Jönsson A.M., Wulff S., Schroeder L.M.* Population dynamics of the spruce bark beetle: A long-term study. *Oikos*. 122. 2013. P. 1768 – 1776.
150. *Netherer S., Pennerstorfer J., Baier P., Führer E., Schopf A.* Monitoring and Risk Assessment of the Spruce Bark Beetle, *Ips typographus* // *Proceedings: Ecology, Survey and Management of Forest Insects*, 2011. P.75 – 79.
151. *Ortiz S., Breidenbach J., Kändler G.* Early Detection of Bark Beetle Green Attack Using Terra SAR-X and Rapid Eye Data Remote Sens.5. 2013. P. 1912-1931
152. *Overbeck M., Schmidt M.* Modelling infestation risk of Norway spruce by *Ips typographus* (L.) in the Lower Saxon Harz Mountains (Germany). // *Forest Ecology and Management*, 266, 2012. P. 115 – 125.
153. *Potapov P.V., S.A. Turubanova, A. Tyukavina, A.M. Krylov, J.L. McCarty, V.C. Radeloff, M.C. Hansen,* Eastern Europe's forest cover dynamics from 1985 to 2012 quantified from the full Landsat archive, *Remote Sensing of En-*

vironment, Available online 30 December 2014
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425714004817>

154. *Raffa K.F.*, Aukema B.H., Bentz B.J., Carroll A.L., Hicke J.A., Turner M.G., Romme W.H. Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: Dynamics of biome-wide bark beetle eruptions. *BioScience*. 58. 2008. P. 501 –517.
155. *Schroeder L. M.* Colonization of storm gaps by the spruce bark beetle: influence of gap and landscape characteristics *Agricultural and Forest Entomology*. V. 12. Is. 1.2010.P. 29 – 39.
156. *Uniyal S.K.*, Uniyal A. Climate change and large-scale degradation of spruce: Common pattern across the globe. *Clim. Res.* 38.2009. P. 261 – 263.
157. *Wermelinger B.* Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*—a review of recent research *Forest Ecology and Management* 202, 2004. P. 67 – 82.
158. *Zimniermann L.*, Moritz K., Kennel M., Bittersohl J. Influence of bark beetle infestation on water quantity and quality in the Grosse Ohe catchment (Bavarian Forest National Park). *Silva Gabreta*. V.4. 2000. P.51 – 62.
159. *Zhang Q.H.*, Schlyter F., Anderson P. Green leaf volatiles interrupt pheromone response of spruce bark beetle *Ips typographus*. *J. Chem. Ecol.* 25. 1999. P. 2847 – 2861.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Таблица 1 – Шкала категорий состояния

Категории деревьев	Признаки категорий состояния	
	Хвойные	Лиственные
1 – без признаков ослабления	Крона густая, хвоя (листва) зеленая, прирост текущего года нормального размера для данной породы, возраста и условий местопроизрастания	
2 – ослабленные	Крона разреженная; хвоя светло-зеленая; прирост уменьшен, но не более, чем наполовину; отдельные ветви засохли	Крона разреженная; хвоя 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	Крона ажурная; листва мелкая, светло-зеленая; прирост слабый, менее половины обычного; усыхание ветвей до 2/3 кроны; обильные водяные побеги
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 красноватая; частичное опадение коры	Листва увяла или отсутствует; частичное опадение коры
6 – старый сухостой	Живая хвоя (листва) отсутствует; кора и мелкие веточки осыпались частично или полностью; стволовые вредители вылетели; на стволе грибница деразрушающих грибов	

Приложение Б

Таблица 1 – Хронология усыхания еловых древостоев в европейской части России

Годы усыхания ельников	Область (губерния), республика или местность	Позиция в списке литературы
1874 – 1878	Окрестности Риги, бассейн Западной Двины	121
1881 – 1885	Калужская, Витебская, Могилевская, Лифляндская, Брянская, Смоленская, Псковская, Калужская, Московская, Тверская, Нижегородская, Симбирская, Казанская	
1890 – 1893	Беловежская пуца, Брянская, Московская, Владимирская, Ивановская, Нижегородская, Симбирская, Костромская, Казанская	
1897	Смоленская, Московская	
1899 – 1900	Ветлужские леса, Задвинские ельники	
1919 – 1924	Беловежская пуца, Гомельская, Мари-область, Татария, Московская, Приветлужье	
1930 – 1933	Эстония	
1938 – 1943	Смоленская, Московская, Калининская, Ярославская, Орловская, Горьковская, Кировская, Ивановская, Ленинградская, Удмуртия, Башкирия, Белоруссия	
1944 – 1948	Калининградская	
1951 – 1954	Белоруссия	
1963 – 1971	Калининградская, Белоруссия	
1972 – 1975	Центральная Россия, Калининградская	52, 67
1993 – 2003	Калининградская, Белоруссия, Центр Европейской части	
1999 – 2003	Московская, Тверская, Смоленская, Брянская, Белоруссия	
2003 – 2004	Архангельская	
2010 – 2012	Центр Европейской части России	

Приложение В

Статистическая обработка данных

Были проанализированы основные свойства выборки [105]: средний уровень, разнообразие показателя, распределение и репрезентативность показателей. Для определения среднего уровня в выборке применяется средняя арифметическая M . Она рассчитывается по формуле

$$M = \sum V/n;$$

где V – значение показателя, n – количество показателей в выборке.

Степень разнообразия показателей характеризует среднее квадратическое отклонение σ , рассчитываемое по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (V - M)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{C}{n - 1}};$$

где C – дисперсия.

Коэффициент вариации CV - это среднеквадратическое отклонение, выраженное в % от средней арифметической

$$CV = \frac{100\sigma}{M};$$

Насколько выборка отражает свойства генеральной совокупности определяется понятием «репрезентативность». Степень репрезентативности выражается доверительными границами, определяемыми по формуле

$$A = M \pm \Delta,$$

где A – оцениваемый показатель, M – среднее арифметическое показателя, Δ - возможная погрешность при прогнозе генерального значения показателя. Рассчитывается по формуле

$$\Delta = t * m,$$

где t – критерий надежности (критерий Стьюдента), $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ - ошибка репрезентативности.

Точность P определяется по формуле

$$P = \frac{\sigma}{M * \sqrt{n}}$$

Оптимальное количество единиц в выборке рассчитывается по формуле

$$N = \frac{t^2 S^2}{X^2 \varepsilon^2},$$

где t – коэффициент при заданном уровне вероятности;

X – среднее значение показателя по предварительной выборке;

S^2 – оценка дисперсии;

ε – ошибка выборки, выраженная в долях единицы (10 % = 0.1; 20 % = 0.2

и т.д.).

Приложение Г

Таблица 1 – Санитарное состояние ельников Московской области в 2009 – 2012 гг. на постоянных пунктах наблюдений

Год	Участковое лесничество	Распределение по категориям состояния, %						Средневзвешенная категория состояния	Текущий отпад, %	Общий отпад, %
		Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Свежий сухой	Старый сухой			
2009	Алабинское	60.8	20.0	0.0	0.0	4.2	15.0	2.1	4.2	19.2
2009	Алексеевское	33.0	20.5	3.4	9.1	0.0	34.1	3.2	9.1	43.2
2009	Алексеевское	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2009	Алешинское	58.0	24.0	12.0	0.0	0.0	6.0	1.8	0.0	6.0
2009	Алешинское	66.0	12.0	6.0	16.0	0.0	0.0	1.7	16.0	16.0
2009	Башкинское	57.3	25.0	6.3	0.0	5.2	6.3	1.9	5.2	11.5
2009	Башкинское	94.7	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2009	Верейское	20.8	66.7	12.5	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0
2009	Веригинское	76.2	0.0	4.8	0.0	0.0	19.1	2.0	0.0	19.1
2009	Верхне-лязьминское	41.0	39.3	9.8	0.0	0.0	9.8	2.1	0.0	9.8
2009	Веселовское	10.7	72.1	7.4	0.0	0.0	9.8	2.4	0.0	9.8
2009	Воздвиженское	50.0	13.2	0.0	5.3	0.0	31.6	2.9	5.3	36.8
2009	Воздвиженское	60.0	21.5	9.2	0.0	0.0	9.2	1.9	0.0	9.2
2009	Воздвиженское	78.3	8.7	13.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0
2009	Волоколамское	40.7	22.2	22.2	14.8	0.0	0.0	2.1	14.8	14.8
2009	Волоколамское	61.4	4.6	34.1	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0
2009	Высоковское	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2009	Высоковское	94.6	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2009	Высоковское	94.6	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2009	Вышегородское	14.7	13.7	14.7	3.9	0.0	52.9	4.2	3.9	56.9
2009	Гришинское	19.8	57.0	10.5	7.0	5.8	0.0	2.2	12.8	12.8
2009	Дороховское	25.3	52.5	10.4	0.0	0.0	11.9	2.3	0.0	11.9
2009	Дутшевское	73.8	16.4	9.8	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0
2009	Жилевское	93.6	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2009	Жилевское	93.6	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2009	Жилевское	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2009	Звенигородское	65.0	12.0	0.0	0.0	5.0	18.0	2.2	5.0	23.0
2009	Истринское	35.8	18.5	6.0	0.0	0.0	39.7	3.3	0.0	39.7
2009	Каменское	48.3	20.7	10.3	0.0	0.0	20.7	2.4	0.0	20.7
2009	Комсомольское	32.5	8.6	2.6	0.0	0.0	56.4	4.0	0.0	56.4
2009	Костинское	85.3	5.9	8.8	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0

Год	Участковое лесничество	Распределение по категориям состояния, %						Средневзвешенная категория состояния	Текущий отпад, %	Общий отпад, %
		Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Свежий сухой	Старый сухой			
2009	Костинское	23.6	43.9	4.9	0.0	8.1	19.5	2.8	8.1	27.6
2009	Красноармейское	24.0	16.7	21.9	0.0	0.0	37.5	3.5	0.0	37.5
2009	Красноармейское	22.6	43.5	20.9	3.5	4.4	5.2	2.4	7.8	13.1
2009	Краснополянское	80.5	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
2009	Краснохолмское	51.6	34.4	14.1	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
2009	Краснохолмское	82.9	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
2009	Круговское	40.0	24.6	23.1	12.3	0.0	0.0	2.1	12.3	12.3
2009	Крюковское	70.7	19.5	0.0	9.8	0.0	0.0	1.5	9.8	9.8
2009	Кубинское	49.2	32.3	4.6	0.0	0.0	13.9	2.1	0.0	13.9
2009	Кубинское	47.7	36.9	9.2	6.2	0.0	0.0	1.7	6.2	6.2
2009	Литвиновское	53.7	11.8	2.2	2.9	7.4	22.1	2.6	10.3	32.4
2009	Литвиновское	82.2	8.9	0.0	8.9	0.0	0.0	1.4	8.9	8.9
2009	Литвиновское	84.6	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
2009	Лотошинское	64.8	11.1	16.7	7.4	0.0	0.0	1.7	7.4	7.4
2009	Лотошинское	61.5	26.9	11.5	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0
2009	Луковское	30.2	20.5	17.6	0.0	2.4	29.3	3.1	2.4	31.7
2009	Малинское	41.9	32.3	14.5	6.5	0.0	4.8	2.0	6.5	11.3
2009	Микулинское	0.0	23.2	34.8	32.1	4.5	5.4	3.3	36.6	42.0
2009	Михайловское	33.3	42.1	15.8	0.0	8.8	0.0	2.1	8.8	8.8
2009	Назарьевское	55.3	36.8	7.9	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0
2009	Нарское	57.1	42.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0
2009	Нестеровское	28.3	41.5	22.6	7.6	0.0	0.0	2.1	7.6	7.6
2009	Ногинское	45.4	27.0	10.6	0.0	0.0	17.0	2.3	0.0	17.0
2009	Нудольское	65.2	8.7	26.1	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
2009	Озерецкое	57.3	17.1	2.6	0.0	12.8	10.3	2.2	12.8	23.1
2009	Ольговское	76.7	19.2	4.1	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0
2009	Осташовское	21.3	55.0	18.8	5.0	0.0	0.0	2.1	5.0	5.0
2009	Осташовское	67.8	27.1	5.1	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0
2009	Пионерское	76.5	11.8	11.8	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0
2009	Пионерское	54.2	29.9	0.0	0.0	4.7	11.2	2.0	4.7	15.9
2009	Поваровское	27.0	26.5	17.5	2.1	7.9	19.1	2.9	10.1	29.1
2009	Пригородное	31.8	27.3	22.7	18.2	0.0	0.0	2.3	18.2	18.2
2009	Раменское	91.4	3.5	5.2	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2009	Раменское	84.2	10.5	5.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
2009	Салтыково-Щедринское	98.2	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2009	Спасское	96.1	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2009	Спасское	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2009	Спасское	38.9	14.8	16.7	29.6	0.0	0.0	2.4	29.6	29.6

Год	Участковое лесничество	Распределение по категориям состояния, %						Средневзвешенная категория состояния	Текущий отпад, %	Общий отпад, %
		Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Свежий сухой	Старый сухой			
2009	Спасское	46.2	15.4	23.1	15.4	0.0	0.0	2.1	15.4	15.4
2009	Сходненское	29.6	8.7	2.6	0.0	17.4	41.7	3.9	17.4	59.1
2009	Талдомское	95.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2009	Танинское	77.7	14.9	3.2	4.3	0.0	0.0	1.3	4.3	4.3
2009	Танинское	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2009	Танинское	82.7	11.5	5.8	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
2009	Таракановское	71.1	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0
2009	Учебно-Опытное	53.2	16.2	10.8	3.6	0.0	16.2	2.3	3.6	19.8
2009	Учебно-Опытное	72.3	14.5	3.6	9.6	0.0	0.0	1.5	9.6	9.6
2009	Хатунское	19.9	40.9	29.0	6.8	0.0	3.4	2.4	6.8	10.2
2009	Хотьковское	47.6	4.9	3.7	0.0	0.0	43.9	3.3	0.0	43.9
2009	Чернолесское	31.5	58.4	10.1	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0
2009	Шаховское	40.8	28.6	6.1	24.5	0.0	0.0	2.1	24.5	24.5
2009	Шаховское	38.0	56.0	6.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0
2009	Ядровское	56.4	7.5	0.0	0.0	0.0	36.1	2.9	0.0	36.1
2010	Аверкиевское	35.0	30.0	7.5	3.3	4.2	20.0	2.7	7.5	27.5
2010	Алабинское	47.5	36.1	12.3	0.0	4.1	0.0	1.8	4.1	4.1
2010	Алексеевское	50.9	28.1	5.3	7.0	8.8	0.0	1.9	15.8	15.8
2010	Алексеевское	25.0	22.9	12.5	8.3	0.0	31.3	3.3	8.3	39.6
2010	Алексеевское	93.9	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2010	Алешинское	40.7	35.4	18.6	0.0	0.0	5.3	2.0	0.0	5.3
2010	Алешинское	50.9	24.6	5.3	0.0	8.8	10.5	2.2	8.8	19.3
2010	Башкинское	19.3	34.1	40.0	3.0	3.7	0.0	2.4	6.7	6.7
2010	Башкинское	85.4	4.9	0.0	9.8	0.0	0.0	1.3	9.8	9.8
2010	Веригинское	76.2	0.0	4.8	0.0	0.0	19.1	2.0	0.0	19.1
2010	Верхне-клязьминское	17.6	51.4	12.2	10.8	0.0	8.1	2.5	10.8	18.9
2010	Веселовское	4.1	61.2	22.4	4.5	5.6	2.2	2.5	10.1	12.3
2010	Воздвиженское	46.3	7.5	11.3	5.0	0.0	30.0	3.0	5.0	35.0
2010	Воздвиженское	54.4	23.5	13.2	0.0	0.0	8.8	1.9	0.0	8.8
2010	Воздвиженское	70.0	8.0	6.0	16.0	0.0	0.0	1.7	16.0	16.0
2010	Воздвиженское	48.3	6.7	15.0	0.0	0.0	30.0	2.9	0.0	30.0
2010	Волоколамское	36.8	17.5	31.6	14.0	0.0	0.0	2.2	14.0	14.0
2010	Волоколамское	49.0	3.9	23.5	23.5	0.0	0.0	2.2	23.5	23.5
2010	Высоковское	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2010	Высоковское	94.6	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2010	Высоковское	94.6	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2010	Вышегородское	13.6	13.6	14.6	5.8	0.0	52.4	4.2	5.8	58.3
2010	Гришинское	14.9	39.6	11.9	17.8	9.9	5.9	2.9	27.7	33.7

Год	Участковое лесничество	Распределение по категориям состояния, %						Средневзвешенная категория состояния	Текущий отпад, %	Общий отпад, %
		Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Свежий сухой	Старый сухой			
2010	Дороховское	21.7	41.6	21.7	1.8	2.3	10.9	2.5	4.1	14.9
2010	Дровнинское	29.3	28.0	9.6	10.2	0.0	22.9	2.9	10.2	33.1
2010	Дутшевское	53.5	28.2	12.7	5.6	0.0	0.0	1.7	5.6	5.6
2010	Жилевское	93.6	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2010	Жилевское	93.6	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2010	Жилевское	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2010	Истринское	43.5	29.6	8.3	18.5	0.0	0.0	2.0	18.5	18.5
2010	Колоцкое	15.5	41.9	25.6	3.1	0.0	14.0	2.7	3.1	17.1
2010	Комсомольское	26.4	7.8	7.0	0.0	7.8	51.2	4.1	7.8	58.9
2010	Костинское	61.0	19.5	0.0	19.5	0.0	0.0	1.8	19.5	19.5
2010	Костинское	18.8	48.4	9.4	0.0	0.0	23.4	2.8	0.0	23.4
2010	Красноармейское	24.0	16.7	21.9	0.0	0.0	37.5	3.5	0.0	37.5
2010	Красноармейское	23.5	38.3	23.5	0.0	4.4	10.4	2.5	4.4	14.8
2010	Краснополянское	13.9	76.9	9.2	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
2010	Краснохолмское	49.2	36.9	13.9	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
2010	Краснохолмское	82.9	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
2010	Круговское	40.0	24.6	23.1	12.3	0.0	0.0	2.1	12.3	12.3
2010	Кубинское	18.0	53.5	15.7	2.3	0.0	10.5	2.4	2.3	12.8
2010	Кубинское	24.1	36.1	28.9	4.8	6.0	0.0	2.3	10.8	10.8
2010	Литвиновское	23.5	31.3	16.8	2.2	2.8	23.5	3.0	5.0	28.5
2010	Литвиновское	32.8	38.8	13.4	0.0	14.9	0.0	2.3	14.9	14.9
2010	Литвиновское	37.9	27.6	20.7	13.8	0.0	0.0	2.1	13.8	13.8
2010	Лотошинское	64.8	11.1	16.7	7.4	0.0	0.0	1.7	7.4	7.4
2010	Лотошинское	61.5	26.9	11.5	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0
2010	Луковское	28.7	21.1	18.7	0.0	0.0	31.6	3.2	0.0	31.6
2010	Малинское	29.5	31.5	16.4	8.2	10.3	4.1	2.5	18.5	22.6
2010	Микулинское	0.0	17.2	41.4	31.0	0.0	10.3	3.4	31.0	41.4
2010	Михайловское	32.8	41.4	15.5	0.0	0.0	10.3	2.2	0.0	10.3
2010	Можайское	27.4	29.5	28.4	8.4	0.0	6.3	2.4	8.4	14.7
2010	Можайское	7.1	4.1	7.6	2.0	0.0	79.2	5.2	2.0	81.2
2010	Можайское	31.8	27.1	12.5	0.0	13.0	15.6	2.8	13.0	28.7
2010	Назарьевское	31.3	41.7	18.8	8.3	0.0	0.0	2.0	8.3	8.3
2010	Нарское	31.4	51.4	17.1	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0
2010	Нестеровское	20.0	50.9	21.8	7.3	0.0	0.0	2.2	7.3	7.3
2010	Ново-Покровское	10.1	49.4	27.0	0.0	0.0	13.5	2.7	0.0	13.5
2010	Ногинское	45.4	27.0	10.6	0.0	0.0	17.0	2.3	0.0	17.0
2010	Нудольское	65.2	8.7	26.1	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
2010	Озерецкое	39.7	41.3	14.9	0.0	4.1	0.0	1.9	4.1	4.1

Год	Участковое лесничество	Распределение по категориям состояния, %						Средневзвешенная категория состояния	Текущий отпад, %	Общий отпад, %
		Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Свежий сухой	Старый сухой			
2010	Ольговское	61.3	35.0	3.8	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0
2010	Осташовское	16.3	48.8	34.9	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0
2010	Осташовское	43.1	36.1	20.8	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0
2010	Пионерское	76.5	11.8	11.8	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0
2010	Пионерское	30.2	51.2	4.7	0.0	0.0	14.0	2.3	0.0	14.0
2010	Поваровское	4.8	8.5	7.7	26.1	15.6	37.4	4.5	41.6	79.0
2010	Пригородное	31.3	26.9	17.9	23.9	0.0	0.0	2.3	23.9	23.9
2010	Раменское	91.4	3.5	5.2	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2010	Раменское	84.2	10.5	5.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
2010	Салтыково-Щедринское	98.2	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2010	Спасское	51.5	35.3	13.2	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
2010	Спасское	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2010	Спасское	33.9	13.6	15.3	20.3	17.0	0.0	2.7	37.3	37.3
2010	Спасское	46.2	15.4	23.1	15.4	0.0	0.0	2.1	15.4	15.4
2010	Сходненское	15.5	24.1	7.8	6.9	4.3	41.4	3.8	11.2	52.6
2010	Талдомское	88.1	4.8	7.1	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
2010	Танинское	45.8	40.7	5.1	0.0	8.5	0.0	1.8	8.5	8.5
2010	Танинское	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2010	Танинское	63.3	16.7	20.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
2010	Таракановское	28.4	45.9	13.8	7.3	4.6	0.0	2.1	11.9	11.9
2010	Учебно-Опытное	22.8	42.8	12.4	2.8	6.9	12.4	2.7	9.7	22.1
2010	Учебно-Опытное	46.5	40.4	3.0	4.0	0.0	6.1	1.9	4.0	10.1
2010	Хатунское	12.1	53.9	24.7	6.6	2.8	0.0	2.3	9.3	9.3
2010	Хомяковское	26.8	31.0	21.1	0.0	21.1	0.0	2.6	21.1	21.1
2010	Хотьковское	38.6	13.6	6.8	0.0	0.0	40.9	3.3	0.0	40.9
2010	Чернолесское	31.5	58.4	10.1	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0
2010	Шаховское	4.4	28.3	13.0	0.0	54.4	0.0	3.7	54.4	54.4
2010	Шаховское	11.9	56.7	31.3	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0
2010	Ядровское	18.8	8.3	25.0	4.2	31.3	12.5	3.6	35.4	47.9
2011	Верхне-клязьминское	10.8	7.7	2.3	3.1	57.7	18.5	4.4	60.8	79.2
2011	Веселовское	3.0	42.6	17.3	7.3	24.3	5.5	3.2	31.6	37.1
2011	Волоколамское	40.0	18.2	27.3	14.6	0.0	0.0	2.2	14.6	14.6
2011	Волоколамское	46.9	4.1	24.5	24.5	0.0	0.0	2.3	24.5	24.5
2011	Высоковское	87.9	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2011	Высоковское	94.6	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2011	Высоковское	94.6	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2011	Вышегородское	13.3	12.3	12.8	5.7	4.7	51.2	4.3	10.4	61.6
2011	Дороховское	22.9	38.2	24.8	2.6	0.0	11.5	2.5	2.6	14.0

Год	Участковое лесничество	Распределение по категориям состояния, %						Средневзвешенная категория состояния	Текущий отпад, %	Общий отпад, %
		Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Свежий сухой	Старый сухой			
2011	Дровнинское	44.7	26.0	4.9	0.0	0.0	24.4	2.6	0.0	24.4
2011	Колоцкое	13.9	27.8	18.3	3.5	26.1	10.4	3.3	29.6	40.0
2011	Краснохолмское	43.7	28.2	16.9	11.3	0.0	0.0	2.0	11.3	11.3
2011	Краснохолмское	82.9	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
2011	Круговское	51.9	48.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0
2011	Микулинское	0.0	17.2	41.4	31.0	0.0	10.3	3.4	31.0	41.4
2011	Назарьевское	31.3	41.7	18.8	8.3	0.0	0.0	2.0	8.3	8.3
2011	Ново-Покровское	47.3	36.4	5.5	0.0	0.0	10.9	2.0	0.0	10.9
2011	Нудольское	53.3	7.8	39.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0
2011	Озерецкое	50.9	27.6	7.8	0.0	8.6	5.2	2.0	8.6	13.8
2011	Осташовское	14.4	46.7	33.3	0.0	5.6	0.0	2.4	5.6	5.6
2011	Осташовское	43.1	36.1	20.8	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0
2011	Пригородное	31.3	26.9	17.9	23.9	0.0	0.0	2.3	23.9	23.9
2011	Спасское	42.7	29.3	28.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0
2011	Спасское	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2011	Спасское	26.2	12.3	27.7	18.5	15.4	0.0	2.8	33.8	33.8
2011	Спасское	46.2	15.4	23.1	15.4	0.0	0.0	2.1	15.4	15.4
2011	Шаховское	3.1	28.9	6.2	0.0	61.9	0.0	3.9	61.9	61.9
2011	Шаховское	11.8	52.9	35.3	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0
2011	Ядровское	14.1	6.5	20.6	3.2	36.3	19.4	4.0	39.5	58.9
2012	Алексеевское	57.4	25.9	5.6	0.0	0.0	11.1	1.9	0.0	11.1
2012	Алексеевское	26.9	21.5	19.4	0.0	0.0	32.3	3.2	0.0	32.3
2012	Алексеевское	93.9	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2012	Веригинское	77.4	3.2	0.0	0.0	0.0	19.4	2.0	0.0	19.4
2012	Верхне-клязьминское	10.1	1.3	2.0	0.0	10.1	76.5	5.3	10.1	86.6
2012	Воздвиженское	35.6	11.0	4.1	0.0	0.0	49.3	3.7	0.0	49.3
2012	Волоколамское	24.6	27.7	27.7	12.3	7.7	0.0	2.5	20.0	20.0
2012	Волоколамское	18.4	23.7	7.9	26.3	0.0	23.7	3.4	26.3	50.0
2012	Высоковское	70.3	21.6	8.1	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0
2012	Высоковское	62.0	16.9	8.5	5.6	7.0	0.0	1.8	12.7	12.7
2012	Высоковское	29.0	48.4	0.0	6.5	16.1	0.0	2.3	22.6	22.6
2012	Звенигородское	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	5.0	100.0	100.0
2012	Истринское	1.6	0.6	1.9	1.3	94.6	0.0	4.9	95.8	95.8
2012	Красноармейское	0.5	1.1	14.6	28.1	29.7	26.0	4.6	57.8	83.8
2012	Краснополянское	40.0	52.0	0.0	8.0	0.0	0.0	1.8	8.0	8.0
2012	Краснохолмское	51.4	5.7	8.6	5.7	28.6	0.0	2.5	34.3	34.3
2012	Краснохолмское	82.9	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
2012	Круговское	48.3	37.9	0.0	13.8	0.0	0.0	1.8	13.8	13.8

Год	Участковое лесничество	Распределение по категориям состояния, %						Средневзвешенная категория состояния	Текущий отпад, %	Общий отпад, %
		Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Свежий сухой	Старый сухой			
2012	Крюковское	0.7	5.3	2.0	5.3	82.8	4.0	4.8	88.1	92.1
2012	Луковское	28.4	21.2	18.8	0.0	0.0	31.7	3.2	0.0	31.7
2012	Нудольское	57.3	18.7	4.0	0.0	20.0	0.0	2.1	20.0	20.0
2012	Озерецкое	47.0	29.1	7.7	6.8	4.3	5.1	2.1	11.1	16.2
2012	Осташовское	14.4	46.7	33.3	0.0	5.6	0.0	2.4	5.6	5.6
2012	Осташовское	46.8	38.7	14.5	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0
2012	Пригородное	31.3	26.9	17.9	23.9	0.0	0.0	2.3	23.9	23.9
2012	Спасское	35.2	20.5	10.2	27.3	0.0	6.8	2.6	27.3	34.1
2012	Спасское	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2012	Спасское	23.6	8.3	16.7	22.2	20.8	8.3	3.3	43.1	51.4
2012	Спасское	33.9	13.6	35.6	0.0	17.0	0.0	2.5	17.0	17.0
2012	Сходненское	2.3	3.4	0.0	2.3	68.2	23.9	5.0	70.5	94.3
2012	Хомяковское	41.5	18.5	4.6	0.0	7.7	27.7	3.0	7.7	35.4
2012	Чернолесское	0.5	10.7	13.4	3.6	69.2	2.7	4.4	72.8	75.5
2012	Шаховское	11.8	52.9	35.3	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0

Приложение Д



5 июля 2010 г.



25 мая 2011 г.



8 августа 2011г.



5 июля 2012 г.

Рисунок 1 Развитие очагов короеда-типографа близ ветровальника в результате несвоевременной уборки захламленности

Приложение Е



КОМИТЕТ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ «МОСОБЛЛЕС»
БОРОДИНСКИЙ ФИЛИАЛ**

143260, Московская область, Можайский район, п. Уваровка, ул. Лесная, д.1
тел.: (49638) 7-53-61, факс: (49638) 7-53-43, E-mail: bor-otdel@yandex.ru

10.04.2014 № 68

На № _____ от _____

Для предоставления в диссертационный совет

АКТ О ВНЕДРЕНИИ
результатов диссертационного исследования

Настоящим актом удостоверяется, что методы анализа данных и рекомендации, содержащиеся в диссертационном исследовании Малаховой Екатерины Геннадьевны, использовались в Бородинском филиале государственного казенного учреждения Московской области «Мособллес» при обследовании очагов короеда-типографа на территории Бородинского лесничества, при назначении санитарно-оздоровительных мероприятий (СОМ). Совместное использование результатов дистанционного мониторинга и данных наземных обследований позволило ускорить процесс обнаружения поврежденных участков ельников и проведение СОМ. Разработанные методы и алгоритмы анализа данных лесопатологического мониторинга, изложенные в диссертации, прошли апробацию и могут быть внедрены для практического применения.

И.о. директора филиала - лесничего:



П.А.Дмитриев



Рисунок 1. Акт внедрения диссертационного исследования в Бородинском лесничестве Московской области



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЛЕСНОГО
ХОЗЯЙСТВА**

Федеральное автономное учреждение
дополнительного профессионального образования
**«Всероссийский институт повышения
квалификации руководящих работников
и специалистов лесного хозяйства»
(ФАУ ДПО ВИПКЛХ)**

141200, Московская область, г. Пушкино,
ул. Институтская, 17
тел./факс 8(495)993-36-44; 8(496)532-89-09
e-mail: vipklh@vipklh.ru

от 30.03.2015 № 30/03

на № _____

СПРАВКА

о внедрении в учебный процесс кафедры экологии, лесоводства и современных технологий в лесном хозяйстве ФАУ ДПО ВИПКЛХ результатов диссертации Малаховой Е.Г. на тему: «Совершенствование лесоводственных мероприятий и государственного лесопатологического мониторинга в еловых лесах Московской области»

Результаты диссертационного исследования Малаховой Екатерины Геннадьевны на тему: «Совершенствование лесоводственных мероприятий и государственного лесопатологического мониторинга в еловых лесах Московской области» внедрены в учебный процесс кафедры экологии, лесоводства и современных технологий в лесном хозяйстве ФАУ ДПО ВИПКЛХ по следующим дисциплинам: «Мониторинг лесов», «ГИС-технологии в лесном хозяйстве», «Государственный лесной реестр».

Малахова Е.Г. преподает в ФАУ ДПО ВИПКЛХ с 2010 г.

Занятия проводятся в группах руководителей и специалистов субъектов РФ по программе повышения квалификации «Государственное управление лесами» по категориям: «Руководитель (зам. руководителя) лесничества», «Специалист по охране и защите леса», «Специалист-лесопатолог», «Специалист по ведению государственного лесного реестра».

Также результаты диссертационного исследования Малаховой Е.Г. активно используются при обучении специалистов подведомственных Рослесхозу организаций – ФБУ «Рослесозащита» и ФГБУ «Рослесинфорг».

Проректор по УМР
ФАУ ДПО ВИПКЛХ, канд. с.-х наук

И.А. Вуколова



ПОДПИСЬ РУКН
Вуколова И.А.
ЗАВЕРЯЮ
ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
(Златоустова Н.В.)

Рисунок 2. Справка о внедрении диссертационного исследования в ФАУ ДПО ВИПКЛХ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РОССИЙСКИЙ ЦЕНТР ЗАЩИТЫ ЛЕСА»
(ФБУ «РОСЛЕСОЗАЩИТА»)

Надольская ул., д. 13, г. Пушкино, Московская обл., 141207
Тел. (495) 993-34-07
Факс (495) 993-36-13
E-mail: rcfb.cance@yandex.ru

26.03.2015 № К-12П-262/11
На №

СПРАВКА

Материалы диссертационной работы «Совершенствование лесоводственных мероприятий и государственного лесопатологического мониторинга в еловых лесах Московской области», представленной на соискание ученой степени, приняты к внедрению в проектную деятельность ФБУ «Рослесозащита» при организации и планировании работ по лесопатологическому мониторингу на территории Московской области.

Результаты анализа данных, полученные с помощью ГИС-технологий, использованы при составлении «Обзора санитарного и лесопатологического состояния лесов Московской области в 2012 г. и прогноза лесопатологической ситуации на 2013 г.», при проведении технической учебы работников центров защиты леса Центрального Федерального округа. Методы обработки данных дистанционных и наземных наблюдений, применяемые в диссертационном исследовании, используются при ведении государственного лесопатологического мониторинга.

Применение обоснованных Е.Г. Малаховой рекомендаций для проведения наблюдений за лесами позволяет оперативно выявлять ослабление и усыхание еловых насаждений путем интеграции разных методов мониторинга. Представленные в диссертации уточнения в области проведения лесоводственных мероприятий имеют высокую производственную ценность, которая заключается в повышении устойчивости еловых насаждений к повреждению факторами внешней среды.

Заместитель директора, канд. биол. наук



В.К. Тузов

Рисунок 3. Справка о внедрении диссертационного исследования в ФБУ «Рослесозащита»



Рисунок 1 Формирование очагов короеда-типографа на снимках Landsat. 2009 г.

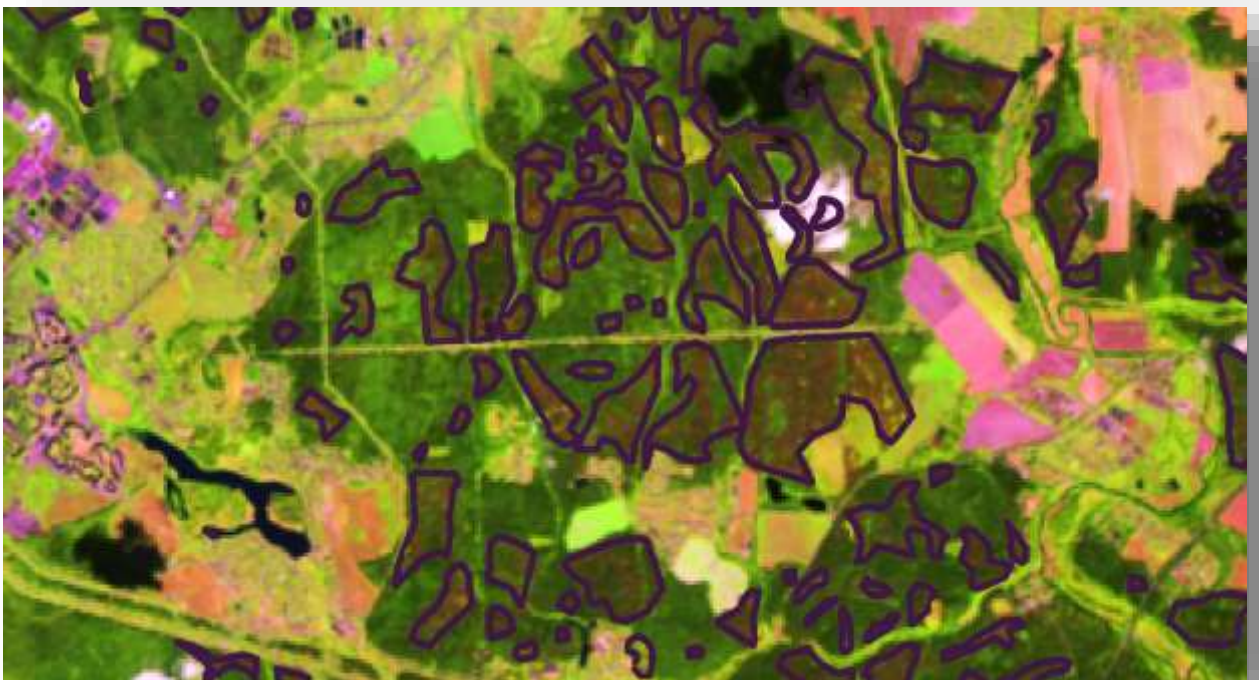


Рисунок 2 Очаги короеда-типографа на снимках Landsat. 2012 г.