

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Брянск – 2016

Диссертация выполнена в федеральном бюджетном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» в отделе защиты леса – центре приоритетных биотехнологий в защите леса и лаборатории лесоводства и управления лесами

Научные руководители – доктор биологических наук, ст. науч. сотрудник
Желдак Владимир Иванович
кандидат биологических наук, ст. науч. сотрудник
Лямцев Николай Иванович

Официальные оппоненты:

Жиринов Василий Михайлович
доктор сельскохозяйственных наук,
Центр по проблемам экологии
и продуктивности лесов
Российской академии наук,
главный научный сотрудник
лаборатории мониторинга
лесных экосистем

Коротков Сергей Александрович
кандидат биологических наук,
ФГБОУ ВПО Московский
Государственный Университет Леса
заведующий кафедрой
лесоводства и подсочки леса

Ведущая организация:

Институт лесоведения РАН

Защита состоится «22» апреля 2016 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.019.01 на базе ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно – технологический университет» по адресу: 241037, Брянская область, Брянск, пр-т Станке Димитрова, д. 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно – технологический университет». <http://www.bgita.ru>. Отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просим высылать по адресу: 241037, г. Брянск, пр-т Ст. Димитрова, 3, БГИТУ, Диссертационный совет. Тел. (4832) 64-96-29, факс: (4832) 74-60-08, e-mail: mail@bgita.ru

Автореферат разослан «__» 2016 г. и размещен на сайтах ВАК РФ: <http://vak.ed.gov.ru/> и ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»: <http://www.bgita.ru>

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент



Нартов Д. И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Лесопатологический мониторинг и санитарно-оздоровительные мероприятия – важнейшие составляющие обеспечения санитарной безопасности в лесах России (Лесной кодекс, 2006). Осуществление лесоводственной профилактики и своевременное выявление повреждений, прежде всего, необходимы для предотвращения катастрофических усыханий ельников, из которых наиболее масштабные отмечены в Московской обл. в 2010 – 2012 гг. В результате ведения наземного и дистанционного лесопатологического мониторинга накоплен большой объем информации о санитарном состоянии лесов. Однако полученные данные анализируются недостаточно, особенно в плане разработки способов повышения их точности и достоверности. Мало примеров наглядной и эффективной интеграции данных наблюдений из разных источников при статистическом и геоинформационном анализе, оценки их точности и информативности. Актуальным остается вопрос объединения различных методов лесопатологического мониторинга и использования информации для совершенствования системы мер лесоводственной профилактики. Повышение устойчивости лесов, минимизация ущерба от потерь ценной древесины и ухудшения экологических функций невозможно без системного проведения мероприятий по защите и воспроизводству лесов. Таким образом, вопросы интеграции разных способов наблюдений за лесами и оптимизация их на основе лесоводственных мероприятий являются актуальной задачей.

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.

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 обл. в 2009 – 2012 гг. Дана количественная оценка этапов развития очагов короеда-типографа. Конкретизированы закономерности пространственно-временной динамики усыхания ельников на основе анализа лесотипологической (лесотаксационной) приуроченности очагов. Предложена классификация очагов короеда-типографа ели в зависимости от типа их распространения и взаимного расположения. Дана количественная характеристика процесса усыхания ельников Московской обл. с использованием данных разных методов лесопатологического мониторинга, характеризующих территориальные единицы разного уровня (постоянные пункты наблюдений, лесничества). Разработан комплекс научно-обоснованных предложений по совершенствованию системы профилактических лесоводственных мероприятий, обеспечивающих при их реализации повышение устойчивости ельников и снижение отрицательных последствий патологических явлений в ельниках.

Практическая значимость. Получены оценки санитарного состояния ельников Московской обл. и площади очагов короеда-типографа в 2009 – 2012 гг. Определена точность и информативность показателей санитарного состояния насаждений. Установлено оптимальное количество постоянных пунктов наблюдений, необходимых для получения достоверных данных, в зависимости от фазы развития очагов усыхания. Определена угроза заселения типографом жизнеспособных деревьев ели. Получены характеристики усыхания насаждений (количество очагов, площади, темпы распространения) по материалам дистанционного мониторинга. Предложена схема интеграции данных оперативной отчетности лесопатологического мониторинга, а также данных наземных и дистанционных наблюдений. Разработана 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.

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.

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

Обоснованность и достоверность результатов исследований. Системный подход к получению материалов с помощью сочетания дистанционных и наземных методов обследования лесов, использование современного программного обеспечения, статистического анализа для обработки информации, обобщения литературных и экспериментальных данных обеспечивают обоснованность и достоверность результатов исследований. Выводы основаны на большом фактическом (экспериментальном) материале: проведено 236 учетов на постоянных пунктах наблюдений в 2009 – 2012 гг. Проанализированы космические снимки Landsat на все территории лесного фонда Московской области (1,8 млн га).

Апробация и публикация результатов работы. Материалы диссертации были доложены на 16 конференциях в 2010 – 2014 гг. Результаты диссертации представлены на Конкурсах научных и опытно-исследовательских проектов аспирантов, молодых ученых Рослесхоза (2012 – 2014 гг.) и отмечены призовыми местами.

По результатам диссертации опубликовано 17 работ, в том числе – 6 в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Результаты исследования были включены в «Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Московской области в 2012 г. и прогноз лесопатологической ситуации на 2013 г.» и внедрены в практику в Бородинском лесничестве Московской обл., ФБУ «Рослесозащита», ФАУ ДПО ВИПКЛХ.

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, основной части: 7 глав, заключения, содержащего выводы и рекомендации, списка использованной литературы (159 источников, из которых 33 – иностранные).

Текст работы включает 177 страниц, содержит 44 рисунка, 20 таблиц и 7 приложений.

ГЛАВА 1 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

При исследовании использованы методы и подходы, изложенные А.Д. Масловым (1972), О.А. Катаевым (1982), Е.Г. Мозолевской и др. (1984), А. Берриманом (1990), В.И. Воронцовым и др. (1991), А.С. Исаевым и др. (2013). Работа выполнена с учетом нормативных и методических документов: справочника «Методы мониторинга вредителей и болезней леса» (2004), Методических рекомендаций по надзору, учету и прогнозу массового размножения стволовых вредителей и санитарного состояния лесов (2006), Руководства по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга (2007).

Собрана база данных, в которую вошли: архивные экспедиционные отчеты Рослесозащиты (1983; 1987; 1988 а, б; 1989 а, б; 1993; 1994), обзоры санитарного состояния лесов (2001, 2003, 2009 – 2013 гг.), таблицы оперативной отчетности по лесопатологическому мониторингу (далее - ОЛПМ) за 4 года, данные повторных учетов состояния деревьев на постоянных пунктах наблюдений (236 постоянных пунктов наблюдения за 4 года), результаты дешифрирования космических снимков с 2010 по 2012 гг. (лесного фонда Московской обл. - 1,8 млн га ежегодно), экспериментальные наблюдения (анализ модельных деревьев для определения популяционных показателей в очагах короеда-типографа).

Анализ данных выполнен в статистических программах Excel 2010, Statistica 6.0, геоинформационной программе (ArcView 10.0).

При определении комплекса факторов проанализировано изменение площади ослабленных и погибших ельников Московской обл. по данным отчетности, выделены лесничества с наличием ветровальных участков и очагами короеда-типографа. Развитие популяции короеда-типографа исследована по литературным источникам и собственным экспериментальным данным.

Изменение санитарного состояния ельников изучалось наземным методом обследования лесов - учетами на постоянных пунктах наблюдений. Анализ проведен в 2 направлениях. Для определения лесничеств, входящих в «зону риска повреждения», в которых до 2010 г. наблюдалось ослабление ельников, отобраны пункты наблюдений, учет состояния на которых сделан в 2008 – 2010 гг. по шести категориям состояния: 1 – без признаков ослабления, 2 – ослабленные, 3 – сильно ослабленные, 4 – усыхающие, 5 – сухостой текущего

года (свежий сухостой), 6 – сухостой прошлых лет (старый сухостой). Проанализирована динамика распределения деревьев ели по категориям состояния (Правила санитарной безопасности в лесах РФ, 2007). Подсчитаны средние значения категории состояния, текущего и общего отпада. Текущий отпад – доля деревьев, усохших в текущем году (4 и 5 категории состояния). Средняя категория состояния – средневзвешенный балл категорий состояния деревьев на пробе. Общий отпад – доля деревьев, усохших в текущем и прошлых годах (4, 5 и 6 категории состояния).

Для изучения динамики санитарного состояния насаждений и анализа точности и информативности показателей санитарного состояния были обработаны данные всех учетов на постоянных пунктах наблюдений 2009 – 2012 гг. (от 29 до 90 проб ежегодно). На основе статистических характеристик определен уровень точности, наиболее информативный показатель и оптимальное количество учетных пунктов. Учтено количество погибших деревьев за 4 года и получена вероятность усыхания ели для отдельного постоянного пункта наблюдения, лесного участка, лесничества.

Для определения влияния условий среды, оценки режима ведения лесного хозяйства и пространственного анализа в геоинформационной среде проанализированы данные дистанционного мониторинга. В 2010 – 2012 гг. были использованы космические снимки Landsat 5-8 и методика автоматического и визуального дешифрирования спутниковых изображений (Ершов и др., 2004; Крылов и др., 2011, 2012). В результате созданы карты-схемы насаждений региона, поврежденных в основном короедом-типографом и другими стволовыми вредителями. Для объектов Клинского лесничества Московской обл. проведен анализ изменения показателей санитарного состояния поврежденных ельников с учетом лесотаксационных характеристик. В Ногинском лесничестве Московской обл. проанализирована пространственная динамика очагов короеда-типографа, изменения площадей усыхающих ельников и их взаимного расположения (Малахова, Лямцев, 2014).

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

Изучению периодических усыханий ельников посвящены работы А.Д. Маслова (1972, 2003, 2010), С.А. Дыреникова (1984), О.А. Катаева и др. (1991, 2001), Б.И. Ковалева (2000), Ю.И. Манько (2001), В.А. Липаткина,

Е.Г. Мозолевской и др. (2001, 2013), В.Н. Кухты и др. (2014). Реакция ельников на факторы негативного воздействия стала предметом исследований Л.С. Матусевич (1993), А.В. Абражко (1994), Ю.Г. Богатырева, А.Д. Серякова (1995), Н.Н. Выгодской и др. (2004), А.В. Букася (2005), В.С. Ключева (2013).

Проведена количественная оценка (га) воздействия неблагоприятных экологических факторов на еловые древостои (табл. 1).

Таблица 1 – Основные факторы ослабления и гибели еловых насаждений в 2009 – 2012 гг. (по данным форм 1,2 – ОЛПМ)

Экологические факторы	Площадь ослабленных и погибших насаждений по годам обследования, га/%			
	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
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	3832/100,0	12978/100,0	42679/100,0	103250/100,0

Согласно таблице 1, повреждение лесов в 2009 – 2012 гг. происходило в результате действия комплекса факторов. Наиболее значимые - (более 10 % от общей площади поврежденных насаждений): почвенно-климатических (включая ураганные ветры - до 76 % в 2009 г.), болезней (учитывая опенок и корневую губку - до 27 % в 2010 г.), короеда-типографа (до 42 % в 2011 г.), промышленных выбросов (до 11 % в 2009 г.), пожаров (до 10 % в 2010 г.). Также отмечено накопление спелых и перестойных насаждений ели: с 1966 по 2010 гг. по литературным данным: площадь таких древостоев увеличилась с 3 до 80 тыс. га (Леса СССР, 1966; Лесной план..., 2010). В этом возрасте снижается устойчивость насаждений к воздействию факторов внешней среды, в том числе погодных аномалий.

Влияние засухи оценено по результатам сравнительного анализа изменения гидротермического коэффициента (далее – ГТК) и площади очагов типографа (рис.

1). Известно, что важной причиной массовых размножений типографа является недостаточная влагообеспеченность – снижение значения гидротермического коэффициента ниже 1 (Катаев и др., 2001).

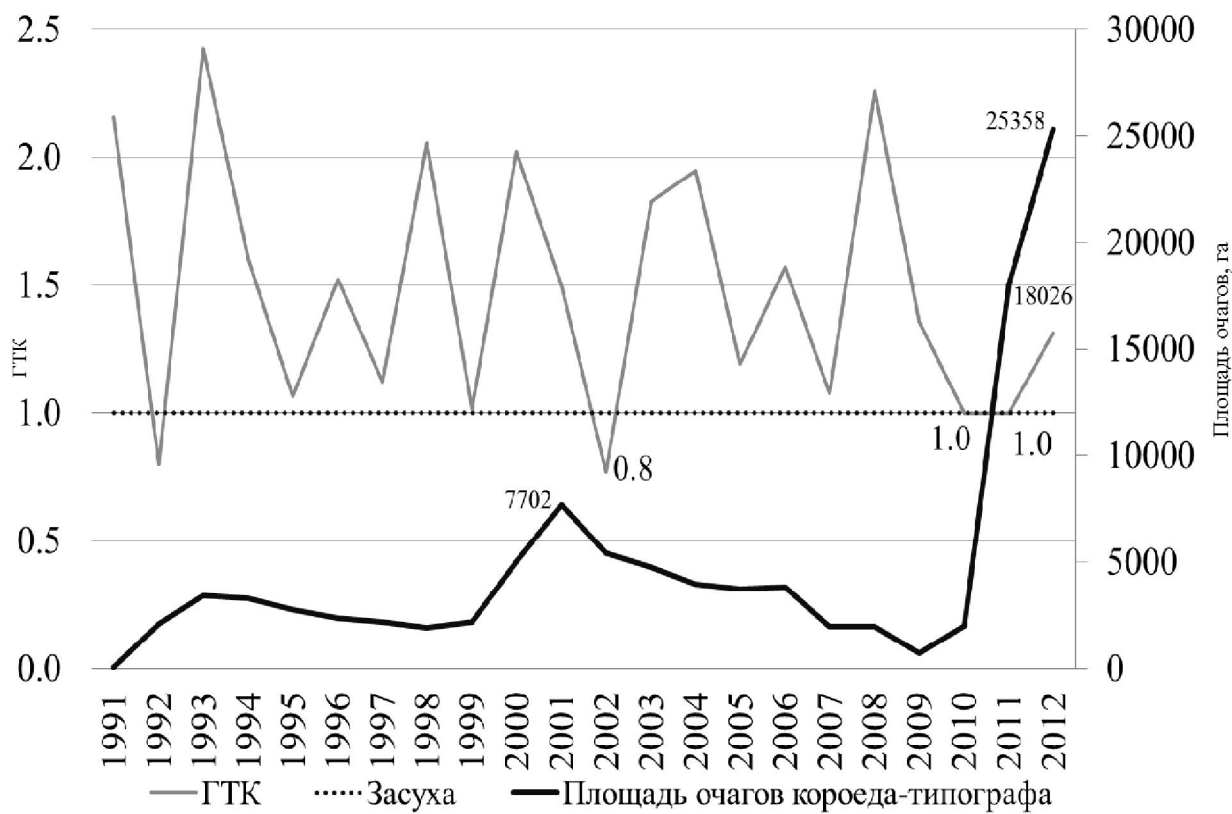


Рисунок 1 – Изменение ГТК с 1991 по 2012 гг. и площади очагов короледа-типографа

Значения ГТК 1 и менее отмечены в 1992, 1999, 2002, 2010, 2011 гг. (рис. 1). Экстремальная засуха 2010 и засуха 2011 гг. на фоне массовых ветровалов совпали с фазой роста численности короледа-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 короледа в 2003 г. не произошло. Воздействие засухи 2010 г. проявилось с минимальным запаздыванием, что не характерно для условий региона (Мозолевская и др., 1984) и создало благоприятные условия для интенсивного роста популяции короледа-типографа.

Массовое размножение короледа-типографа было обусловлено наличием кормовой базы (ветровальные деревья, ослабленные старовозрастные ельники) и засушливой погодой (Катаев, Лобанов, 1968; Катаев, 1982; Катаев и др., 2001; Мозолевская, Липаткин, 2003; Маслов, 2010; Малахова, Крылов, 2012) (табл. 2).

Таблица 2 – Распределение площади очагов короеда-типографа в 2009 – 2012 гг.
по степени их развития

Год	Степень заселенности очагов от их общей площади, %		
	слабая (11 – 20 %)	средняя (21 – 30 %)	сильная (31 % и более)
2009	100,0	–	–
2010	33,5	48,3	18,2
2011	25,0	12,9	62,1
2012	21,9	15,1	63,0

В 2009 г. была отмечена во всех очагах слабая степень заселенности (табл. 2), в 2010 г. преобладала средняя степень заселенности (48,3 % от общей площади очагов типографа), в 2011 – 2012 гг. – сильная степень заселенности (62 – 63 %). Ослабленные засухой деревья начал массово заселять типограф во второй половине лета 2010 г. Фаза роста численности была кратковременной и реализовалась местами в 2010 г. и первой половине 2011 г. Фаза максимальной численности вредителя в лесничествах на западе Подмосковья (Бородинском, Звенигородском лесничествах) распространилась уже в 2011 г., в общем по Подмосковью – в 2012 г. В части лесничеств в 2012 г. локально в очагах наступила фаза кризиса. Соответственно, санитарное состояние насаждений быстро ухудшалось.

ГЛАВА 3 САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Изучению устойчивости еловых насаждений к повреждению стволовыми вредителями и оценке их состояния посвящены многочисленные исследования (Катаев, 1975, 2001, Мозолевская и др., 1984, Кобельков, 2003, Маслов, 2010). Основными показателями, характеризующими состояние насаждений, являются средняя категория состояния и величина текущего, общего отпада (табл. 3).

Таблица 3 – Изменение санитарного состояния ельников в 2009 – 2012 гг.

Показатели санитарного состояния	Значения показателей санитарного состояния Среднее значение±ст. ошибка min±max			
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Средняя категория состояния	1,9±0,1	2,2±0,1	2,4±0,2	2,8±0,2
	1,8÷2,1	2,0÷2,4	2,0÷2,7	2,4÷3,8
Текущий отпад, %	4,4±0,8	7,7±1,1	14,3±3,4	23,9±5,2
	2,9÷6,0	5,5÷9,9	7,4÷21,1	13,2÷34,6
Общий отпад, %	12,5±1,7	16,3±1,9	20,0±4,2	34,4±5,7
	9,2÷15,8	12,6÷20,1	11,4÷28,7	22,9÷46,0

Как видно из таблицы 3, значения средней категории состояния за 4 года увеличились в 1,5 раза. В 2012 году состояние насаждений характеризуется как сильно ослабленное. Соотношение значений текущего и общего отпада позволяют утверждать, что процессы деградации еловых лесов интенсивно развивались.

Ежегодное количество обследованных постоянных пунктов наблюдений обеспечило оценку средних значений показателей санитарного состояния с ошибкой, не превышающей 25 %, при вероятности 0,95. Анализ изменчивости показателей санитарного состояния свидетельствует, что значения текущего отпада более изменчивы, чем значения средней категории состояния. Текущий отпад является более информативным показателем потери устойчивости насаждениями, чем средняя категория состояния, которая показывает общую динамику ослабления деревьев.

Угроза заселения типографом внешне жизнеспособных и ослабленных деревьев составляла в фазе роста численности популяции – 8 %, в фазе максимальной численности – 3 %.

ГЛАВА 4 ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЕЛЬНИКОВ

Созданные на основе данных дистанционного зондирования тематические карты и схемы увеличивают информативность оценки негативного воздействия на леса (Жиринов, 1998; Девятова и др., 2007; Исаев и др., 2013; Wermelinger, 2004; Fahse, Neurich, 2011; Kautz et al., 2011; Lauscha et al., 2011; Overbeck, Schmidt, 2012; Ortiz, 2013).

Дистанционный лесопатологический мониторинг осуществлялся с применением космических снимков Landsat разрешением 30 м с использованием видимого и ближнего инфракрасного диапазона. По данным дистанционного мониторинга площадь поврежденных еловых древостоев в 2010 г. составила около 700 га, количество поврежденных участков 900 (рис. 2 а). В 2011 г. количество пораженных участков увеличилось в 10,9 раза и достигло 9 800 шт. (рис. 2 б). Очаги распространялись преимущественно с запада на восток. Площадь поврежденных еловых древостоев увеличилась в 22,8 раза и составила около 16 тыс. га.

В 2012 г. количество поврежденных участков возросло в 1,5 раза и достигло 14 900 шт. В 2012 г. значительная гибель насаждений была отмечена на юго-западе, юге и юго-востоке Московской обл. Площадь поврежденных еловых древостоев возросла в 6,0 раз и превысила 90 тыс. га по дистанционным наблюдениям (рис. 2 в), что составило 20 % площади всех ельников Московской обл. (445 тыс. га в 2012 г. по данным формы 4-ДЛР). Полученная оценка усыхания согласуется с данными учетов деревьев на постоянных пунктах учетов

в ельниках: 27 % от их общего числа усохли. Доля поврежденных ельников от общей площади в первом приближении соответствует значениям среднего текущего отпада в насаждениях.

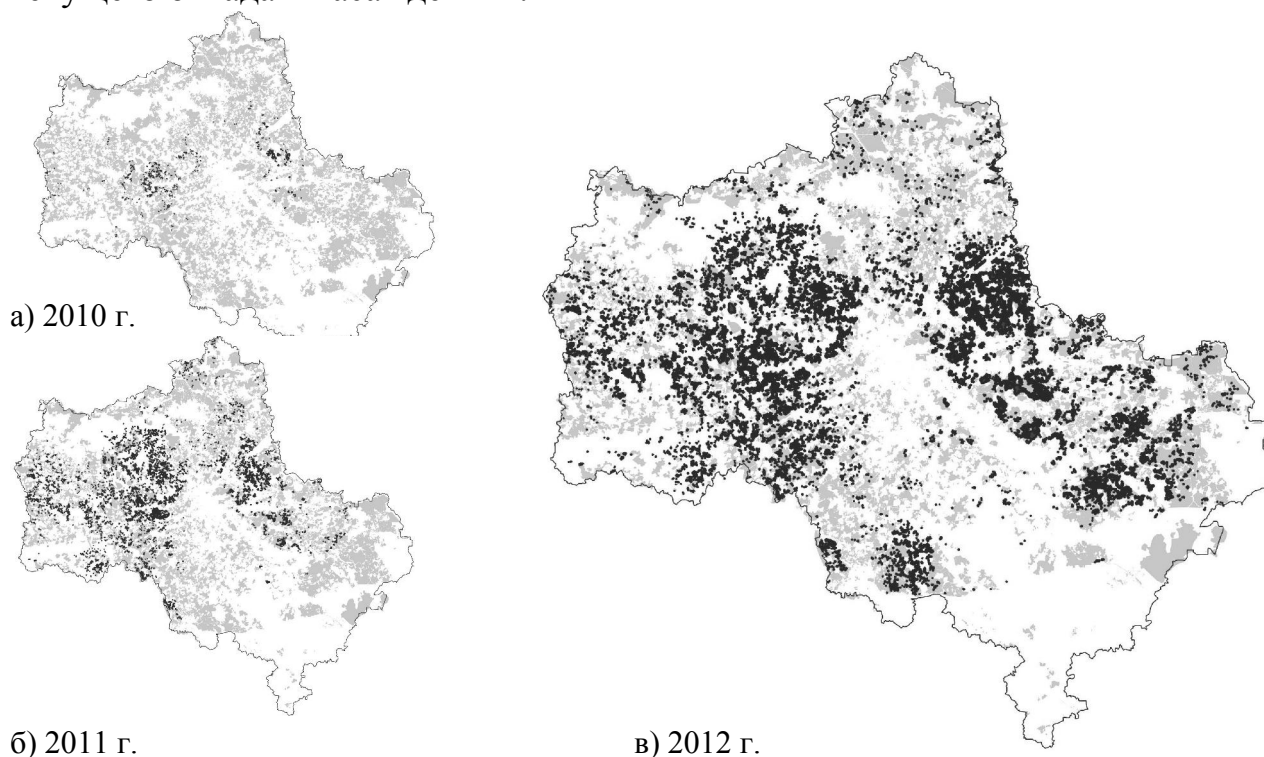


Рисунок 2 – Участки поврежденных насаждений (выделенные черным цветом), выявленные по космическим снимкам на территории Московской обл. в 2010 – 2012 гг.

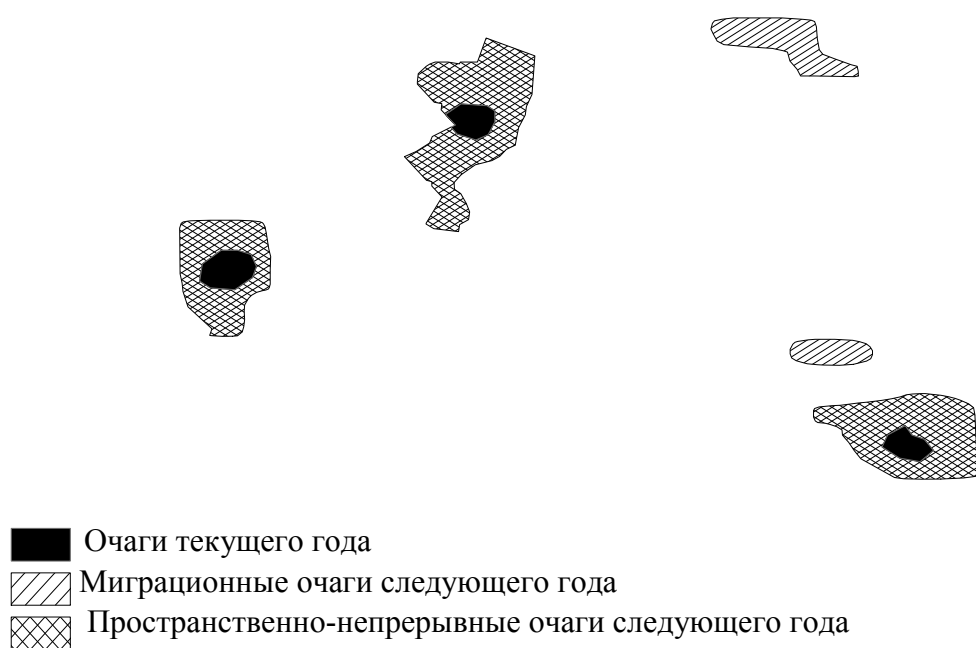


Рисунок 3 – Классификация очагов усыхания

Разделение очагов по типам (рис. 3) на миграционные и пространственно-непрерывные показывает, что разлет типографа наиболее интенсивно проходил в 2012 г. при истощении кормовой базы. Количество миграционных очагов увеличилось с 488 до 867 шт., их средняя площадь – от 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. Средняя скорость распространения очагов в 2011 г. в пространственно-непрерывных – 22 м, в 2012 г. – 109 м. Среднее расстояние между поврежденными участками 450 м. Пространственная структура очагов короеда–типографа характеризуется большой изменчивостью их размеров, скорости распространения и расположения относительно друг друга.

ГЛАВА 5 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Определены составляющие информационной базы мониторинга и источники ее формирования.

1. Оценка и анализ воздействия на ослабление и усыхание насаждений основных факторов внешней среды. Источники: архивные отчеты, данные отраслевых отчетных таблиц, литературные источники, данные учетов на постоянных пунктах 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. Детальный анализ 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. Рассчитывается 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. Также составляются аналитические карты-схемы и таблицы по определению характеристик поврежденных участков. По выявленным 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

Проведение лесоводственных мероприятий для сохранения устойчивости ельников и предотвращения распространения повреждений лесов во многом изучены (Воронцов, 1978; Огибин, 1989; Берриман, 1990; Матусевич, 1993).

По собственным материалам оценено влияние интенсивности лесоводственных мер в Московской обл. на состояние лесов на основе использования основного узлового мероприятия – рубок лесных насаждений, запускающего всю систему лесохозяйственных мероприятий функционального назначения. Анализ выполнен по космическим снимкам. Так, площадь земель, занятых лесной растительностью, в Бородинском лесничестве – 280,2 тыс. га (Лесной план..., 2010), площадь вырубок, – 6 % (15,9 тыс. га за 27 лет), что составляет незначительную часть относительно общей территории лесничества. На основе анализа данных установлено, что рубки в подмосковных лесах проводились в небольших объемах (6 % от площади). Это способствовало накоплению спелых и перестойных ельников.

В 2011 г. санитарные рубки также не были проведены своевременно. Так, из рекомендованных насаждений под сплошную санитарную рубку 12 тыс. га в Бородинском лесничестве пройдено рубками только 223 га (2 %) согласно отраслевой отчетности.

По официальным данным санитарно-оздоровительные мероприятия в Московской обл. выполнены на площади 7,8 тыс. га в 2012 г. (в целях борьбы с короедом-типографом – 4,1 тыс. га, что в 2,6 раза больше, чем за период 2011 г., что составляет только около 10 % от площади поврежденных насаждений по данным космосъемки (Отчет..., 2013). Санитарные рубки фактически были

направлены на ликвидацию последствий усыхания, а не на его предупреждение, и стали малоэффективными в сложившейся ситуации.

Проведен анализ таксационных характеристик в период наибольшего повреждения ельников – возраста, полноты, состава, условий местопроизрастания, что в дальнейшем с учетом полученных данных позволяет формировать насаждения, максимально устойчивые к повреждению типографом. Использована совмещенная с данными дистанционного мониторинга в геоинформационной среде таксационная повидельная база Клинского лесничества Московской обл.

Наибольший процент усыхания отмечен (рис. 4) в приспевающих и спелых насаждениях (5 – 6 классы возраста – 81 год и старше). В основном повреждаются ельники с полнотой 0,6 – 0,8. Прослеживалась тенденция возрастания доли поврежденных деревьев с увеличением количества единиц ели в составе насаждения, максимальный процент гибели наблюдался в чистых насаждениях ели. Наибольшая доля усыхания отмечалась во влажных условиях С₃.

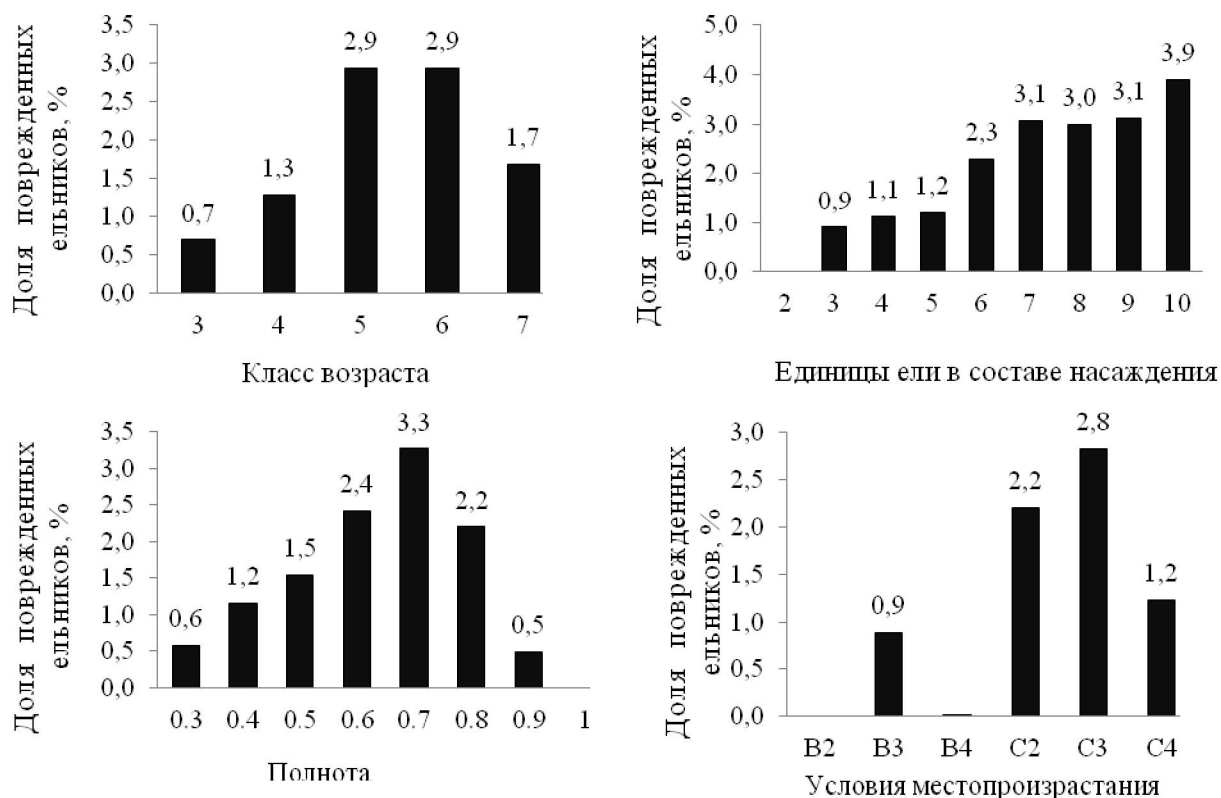


Рисунок 4 – Оценка санитарного состояния ельников в 2012 г. в зависимости от лесотаксационных характеристик

При анализе участков усыхания ельников на объектах Клинского лесничества в 2011 г. было выявлено, что наиболее повреждены ельники на моренных равнинах с дерново-подзолистыми почвами (Малахова, Крылов, 2012).

Идентичные результаты получены Ключевым В.С. (2013) в Брянской обл. Для дерново-подзолистых и подзолистых почв здесь характерно наличие глеевого горизонта. В засуху в связи с отсутствием атмосферных осадков и глубоким залеганием грунтовых вод нарушается обеспечение подземной влагой корневых систем деревьев ели в объеме, достаточном для поддержания их жизнеспособности.

Полученные данные определяют древостои, наиболее уязвимые к заселению короедом типографом и дают возможность оптимизации лесоводственных мероприятий, направленных на создание и формирование насаждений, сравнительно устойчивых к распространению популяции короеда-типографа во время вспышки массового размножения.

ГЛАВА 7 ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ЕЛЬНИКОВ

Обобщены научно-производственные основы формирования эффективной системы лесоводственных мероприятий, включая лесозащитные.

В зоне исследований проявляются многие, известные по литературным источникам (Абражко, 1994; Катаев и др., 2001; Мозолевская Липаткин, 2003; Выгодская и др., 2004; Налдеев, 2009; Маслов, 2010), закономерности и тенденции повреждения короедом-типографом еловых чистых насаждений старших возрастов (приспевающих, спелых, перестойных), занимающих преимущественно возвышенные элементы в ландшафтной структуре территориальных образований, где ель наиболее сильно испытывает отрицательное влияние засухи.

Отдельные мероприятия имеют профилактическое действие, чаще направлены на предотвращение влияния внешних факторов среды и деградации насаждений. Их своевременное проведение и оптимальный объем обеспечивают улучшение санитарного состояния насаждений. К ним относятся уборка захламленности (в т. ч. ветровальных деревьев), плановые санитарные сплошные и выборочные рубки. Другие мероприятия можно отнести к группе мероприятий оперативного реагирования – выборка свежезаселенных деревьев, срочная рубка погибших насаждений. Третья группа – санитарно-восстановительные мероприятия – включает в себя очистку территории от погибших насаждений и лесовосстановительные мероприятия.

Лесоводственная оптимизация состояния и характеристик ельников направлена на повышение устойчивости – профилактику повреждений

древостоев и предотвращение деградации насаждений. К ним относятся научно обоснованные методы создания и формирования лесных насаждений, с учетом особенностей ландшафта, породного состава, полноты, возраста насаждений, условий местопроизрастания. Важной составляющей является планирование размещения участков одновозрастных еловых древостоев на определенном расстоянии друг от друга. Успешное возобновление ели в зоне периодических усыханий обуславливает своевременная рубка смены поколений леса при достижении насаждением возраста, в котором наиболее уязвимо к воздействию основных повреждающих факторов (Желдак, 2010). На основе выявленных тенденций усыхания ельников преимущественно в 5-6 классах возраста целесообразно предусмотреть лесоводственные рубки спелых и перестойных насаждений, снизив возрастной порог рубки до 81 года (согласно Приказу МПР от 9 апреля 2015 г. N 105 с настоящее время возраст рубки для ельников Московской области 101-120 лет). При этом исключается шаблонное применение «возраста рубки», особенно в защитных лесах. Обязательно дополнительно оценивается санитарное состояние древостоя по данным лесопатологического мониторинга, площадь и близость очагов стволовых вредителей, представляющих опасность потенциального повреждения ельника. Принятие решения о необходимости, интенсивности, форме рубки осуществляется с учетом специфики и функционального назначения лесов, основных таксационных характеристик насаждений (включая возможность естественного возобновления).

Важным правилом при формировании еловых насаждений в соответствующих лесотипологических условиях следует применение минимального объема посадки чистых ельников в Московской обл. как по площади одного участка, так и в целом в лесном фонде. Также исключается выращивание одновозрастных участков ельников на близком расстоянии. При этом после масштабного усыхания лесов от короеда-типографа, некоторую долю участков необходимо использовать для возобновления других лесообразующих пород, соответствующих лесорастительным условиям и формируемой целевой структуре лесного фонда.

По данным лесопатологических обследований проведение текущих лесохозяйственных мероприятий, в т. ч. лесозащитных, включая санитарные рубки, при отсутствии оперативного реагирования на проявление заселения типографом – изъятия свежезаселенных короедом-типографом деревьев из насаждения в установленные сроки до его вылета, не оказывает существенного влияния на распространение повреждения древостоев.

Для предотвращения повторения катастрофических усыханий ельников необходимо в Правилах санитарной безопасности в лесах РФ предусмотреть особый комплекс мероприятий и наблюдений в случае обнаружения роста

численности короеда-типографа, включающий выше перечисленные активные и профилактические меры защиты.

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 ураганными 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 работ, опубликованных автором по теме диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **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.

2. 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.

3. 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.

4. Лямцев, Н.И. Динамика санитарного состояния еловых лесов Подмосковья после засухи 2010 г. [текст] / Н.И. Лямцев, **Е.Г. Малахова** // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2013. – № 6 (98). – С. 82 – 88.

5. **Малахова, Е.Г.** Распространение и структура очагов усыхания еловых лесов Подмосковья в 2010 – 2012 годах [текст] / **Е.Г. Малахова**, Н.И. Лямцев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2014. – Вып. 207. – С. 193 – 201.

6. Желдак, В.И. Совершенствование лесоводственных мер содержания и использования еловых лесов, повышения их устойчивости и снижения отрицательных последствий патологии [текст] / Желдак В.И., **Малахова Е.Г.**, Прока И.Ю. // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5. № 2 (18). – С. 44-65.

Публикации в периодических изданиях и материалах конференций:

1. Владимирова, Н.А. Использование свободных ГИС в лесном хозяйстве [текст] / Н.А. Владимирова, А.М. Крылов, **Е.Г. Малахова** // Леса Евразии: материалы Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодёжи, посвященной 90-летию со дня основания Московского государственного университета леса и 170-летию со дня рождения профессора М.К. Турского. – М., 2010. – С. 271 – 277.

2. Крылов, А.М. Дистанционный лесопатологический мониторинг по данным космической съемки [текст] / А.М. Крылов, Н.А. Владимирова, **Е.Г. Малахова** // Леса Евразии: материалы Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодёжи, посвященной 90-летию со дня основания Московского государственного университета леса и 170-летию со дня рождения профессора М.К. Турского. – М., 2010. – С. 307 – 311.

3. Владимирова, Н.А. Опыт проведения подеревной инвентаризации в среде Field Map [текст] / Н.А. Владимирова, **Е.Г. Малахова**, С.А. Лещева // Актуальные проблемы изучения и сохранения природно–культурного наследия: тезисы докладов. – М., 2010. – С. 78 – 81.

4. **Малахова, Е.Г.** Динамика состояния еловых насаждений Подмосковья в 2008 – 2010 гг. [текст] / Е.Г. Малахова // Леса Евразии – Брянский лес: материалы XI Международной конференции молодых ученых, посвященной 80-летию Брянской государственной инженерно–технологической академии и профессору В.П. Тимофееву. – М., 2011. – С. 209 – 213.

5. Владимирова, Н.А. Оценка воздействия катастрофического ветровала на лесные экосистемы Костромской области по данным космической съемки LANDSAT [текст] / Н.А. Владимирова, **Е.Г. Малахова**, А.М. Крылов [и др.]// Современные проблемы популяционной экологии, геоботаники, систематики и флористики: материалы научной конференции, посвященной 100-летию А.А. Уранова: в 2 т. Т.1. – Кострома, 2011. – С. 299 – 302.

6. **Малахова, Е.Г.** Методика выявления последствий ветровалов по данным дешифрирования космических снимков высокого разрешения и наземным обследованиям [текст] / Е.Г. Малахова, Н.А. Владимирова // Болезни и вредители в лесах России: век XXI: материалы Всероссийской конференции с международным участием и V ежегодных чтений памяти О. В. Катаева. – Красноярск, 2011. – С. 61 – 63.

7. **Малахова, Е.Г.** Очаги короеда-типографа *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae) в ельниках Московской области [текст] / Е.Г. Малахова // XIV съезд Русского энтомологического общества: материалы съезда. – СПб, 2012. – С. 268.

8. **Малахова, Е.Г.** К характеристике распространения очагов короеда–типографа в Ногинском лесничестве Московской области [текст] / Е.Г. Малахова, Н. И. Лямцев // VII Чтения О.А. Катаева. Вредители и болезни

древесных растений России: материалы международной конференции. – СПб., 2013. – С. 57 – 58.

9. 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. – С. 175 – 177.

10. **Малахова, Е.Г.** Использование целевых прогнозных показателей в лесопатологическом мониторинге и их анализ с помощью геоинформационных систем (ГИС) [текст] / Е.Г. Малахова // Инновации и технологии в лесном хозяйстве ITF-2014: тезисы докладов IV Международной научно-практической конференции, СПб.: СПбНИИЛХ, 2014. – С. 78.

11. **Малахова, Е.Г.** Лесоводственные мероприятия как основа оздоровления еловых насаждений Московской области [текст] / Е.Г. Малахова // Международный союз ученых «Наука. Технологии. Производство». – СПб, 2015. – № 5(9). – С. 12 – 15.