

На правах рукописи



Ряполова Людмила Михайловна

**ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ПРИПОСЕЛКОВЫХ ЛЕСОВ,
ЛЕСОВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И
МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ В НИХ ПОЖАРОВ**

06.03.03 - Лесоведение и лесоводство, лесные пожары и борьба с ними

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Красноярск, 2004

Работа выполнена в федеральном государственном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной охраны лесов и механизации лесного хозяйства» (ФГУ «ВНИИПОМлесхоз»)

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
Главацкий Григорий Демьянович
(Всероссийский НИИ противопожарной охраны лесов и механизации лесного хозяйства,
г. Красноярск)

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Соколов Владимир Алексеевич
(Институт леса СО РАН, г. Красноярск)

доктор технических наук,
Андреев Юрий Александрович
(Всероссийский НИИ противопожарной обороны
МЧС России, г. Красноярск)

Ведущая организация - Красноярский государственный
аграрный университет, г. Красноярск

Защита состоится 28 октября 2004 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.253.03 при Сибирском государственном технологическом университете по адресу: 660049, Россия, г. Красноярск, Мира, 82.

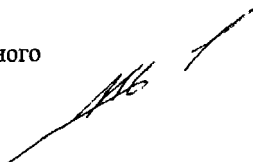
Факс: (3912) 660-390

E-mail: Pavlov@sibstu.kts.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан «27» сентября 2004 г.

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



И. Н. Павлов

2005-4
16393

888440
3

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Согласно постановлению Правительства РФ от 13.09.96 года № 1094 лесные пожары отнесены к ЧС природного характера. В соответствии с Концепцией Российской Федерации на 2003-2010 гг., охрана лесов от пожаров должна стать важнейшим направлением государственной политики, обеспечивающим экологическую безопасность страны и сохранение ресурсного потенциала лесов. В еще большей степени это можно отнести к лесам особо охраняемых природных территорий (ООПТ), прилегающим к населенным пунктам и другим объектам. Снижение пожарной опасности этих категорий лесов позволит опосредованно повысить пожарную безопасность объектов, т.к. снижается риск повреждения их от лесных пожаров.

Целью работы является изучение особенностей пожарной опасности припоселковых лесов, лесов особо охраняемых природных территорий и разработка методов предупреждения в них пожаров на основе современных информационных технологий и лесных ГИС.

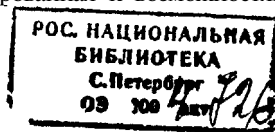
- Задачи исследований.

1. Обосновать критерии и разработать методы оценки пирологической структуры припоселковых лесов, лесов ООПТ, формирования лесопирологической информационной системы.
2. Разработать методики оценки вероятных видов лесных пожаров, экологической и хозяйственной ценности участков леса.
3. Разработать методы проектирования комплексов мероприятий по предупреждению пожаров в припоселковых лесах, лесах ООПТ на основе совмещенной базы таксационных и картографических данных — лесных ГИС.
4. Провести экспериментальную проверку результатов исследований.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Метод оценки пирологической структуры и формирования лесопирологической ГИС припоселковых лесов, лесов ООПТ.
2. Критерием оценки пожарной опасности припоселковых лесов, лесов ООПТ является вид вероятного лесного пожара.
3. Лесопирологическая информационная система припоселковых лесов и лесов ООПТ является основой прогнозирования различных видов лесных пожаров, назначения комплексов противопожарных профилактических мероприятий.

Научная новизна. Впервые применительно к лесам, окружающим объекты, разработан метод трансформации совмещенной базы таксационных и картографических данных в лесопирологическую. Разработана методика формирования лесопирологической ГИС, выбора и назначения на ее основе мероприятий по предупреждению пожаров в лесах особо охраняемых природных территориях, припоселковых лесах. Сформирована система противопожарных профилактических мероприятий в лесах, адаптированная к возможностям ГИС-технологий.



Практическая значимость. Лесопирологическая информационная система, реализованная в работе, создаёт основу для проектирования мероприятий по предупреждению лесных пожаров. Полученные результаты использованы при разработке проектов снижения пожарной опасности припоселковых лесов и лесов ООПТ. Внедрение предлагаемой методики позволит оперативно назначать комплексы противопожарных профилактических мероприятий по предупреждению пожаров в этих категориях лесов на основе ГИС-технологий. Это увеличит степень их защищенности от лесных пожаров, снизит опасность повреждения не только жилищ и имущества граждан, но и лесов, имеющих высокое оздоровительное, рекреационное, экологическое и воспитательное значение. Данный подход позволит снизить расходы бюджетных средств на пожаротушение, ликвидацию последствий лесных пожаров, восстановление функций припоселковых лесов, лесов ООПТ, последующие восстановительные работы.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены на Всесоюзной конференции «Методы и средства дистанционного зондирования Земли и обработки космической информации в интересах народного хозяйства» (Рязань, 1989); всероссийских конференциях: «Лесной комплекс - проблемы и решения» (Красноярск, СибГТУ, 1999); «Лесные и степные пожары, возникновение, распространение и экологические последствия» (Томск-Иркутск, 2001); «Химико-лесной комплекс - проблемы и решения» (Красноярск: СибГТУ, 2002); «Проблемы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (Красноярск, 2003); 5-й Международной конференции «Природные пожары: возникновение, распространение, тушение и экологические последствия» (Томск, 2003).

С использованием данного подхода в экспериментальном порядке разработаны проекты противопожарного устройства территорий, прилегающих к 12 объектам в лесу, (7 поселков в различных районах Красноярского края, 1 объект экономики (аэропорт «Емельяново»), памятник природы краевого значения «оз. Светленькое», участок культур хвойных пород, 2 рекреационные зоны отдыха в лесу). Кроме того, проведен пирологический анализ части Горного лесничества НП «Шушенский бор» на площади 13,6 тыс. га. Проекты приняты администрациями районов и лесхозов для практического использования.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 работ.

Организация исследований и личный вклад автора.

Автором работы сформулированы задачи, программа исследований, разработаны методы трансформации таксационных данных в лесопирологические; методы и алгоритмы оценки вероятных видов лесных пожаров, экологической и хозяйственной ценности лесов, выбора и назначения противопожарных профилактических мероприятий в зависимости от пирологической характеристики лесов; проведены сбор полевого материала, проверка адекватности компьютерных лесопирологических оценок участков леса, обработка полученных данных и создание тематических карт на основе ГИС.

Объём и структура работы. Материалы диссертации изложены на 161 странице машинописного текста. Диссертация состоит из введения, 6 глав, общих выводов, списка литературы и приложения. Содержит 20 таблиц, 22 ри-

сунка. Список литературы включает 140 библиографических источников, из них 32 - на иностранных языках.

Глава 1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Чрезвычайные лесопожарные события в 1998 г. на Дальнем Востоке и Сахалине оставили без крова и имущества тысячи людей. От огня пострадали 5 поселков. В 2002 году от непотушенного костра сгорело практически все таежное село Боровое, Иркутской области. 130 человек остались без крова, 6 человек пропали без вести. В этом же году в Красноярском крае два пожара реально угрожали двум населённым пунктам. Ущерб составил 1,61 млн. рублей.

Приводится анализ катастрофических лесных пожаров у нас в стране и за рубежом, повлекших за собой гибель строений, населенных пунктов, людей. Анализируются причины возникновения лесных пожаров там, где, казалось бы, их не должно быть - в особо охраняемых природных территориях (ООПТ).

Рассматривается влияние пожаров на процессы лесовосстановления. Общей тенденцией, как при высокой, так и низкой горимости лесов, является снижение многообразия лесной флоры и фауны.

1.1 Пожарная опасность припоселковых лесов, лесов ООПТ и методы ее оценки

Пожарная опасность в лесу определяется вероятностью возникновения и распространения пожаров в зависимости от лесорастительных, погодных условий и наличия источников высокой температуры (Лесн. хоз-во. Термин-ский словарь, 2002). Пожарная опасность лесов имеет три независимые составляющие: антропогенная пожарная опасность, природная пожарная опасность, пожарная опасность по условиям погоды. Пожарная опасность по условиям погоды - фактор нерегулируемый, то воздействие возможно только на первые два фактора. Как припоселковые леса, так и леса ООПТ испытывают большую антропогенную нагрузку, выполняя рекреационные функции, т.е. здесь велика вероятность наличия источника огня. Если предположить, что вероятность возникновения и распространения пожаров в зависимости от лесорастительных условий в этих лесах одинакова, то пожарная опасность достаточно велика.

При оценке пожарной опасности лесов в практике противопожарного проектирования применяется шкала оценки лесных участков по степени опасности возникновения в них пожаров (Мелехов, 1947). При этом оценивается средний класс пожарной опасности лесов лесхоза, лесничества, квартала. При таком подходе к одному и тому же классу пожарной опасности искусственно относятся разнообразные в пирологическом отношении выдела. Для оценки пожарной опасности лесов Дальнего Востока разработаны коэффициенты, связанные с классами пожарной опасности, которые отражают длительность пребывания лесных участков в пожароопасном состоянии в течение пожароопасного сезона в долях единицы (Телицын. 1981, 1987). Существует метод бальной экспертной оценки пожарной опасности и пирологической значимости ка-

тегорий земель лесного фонда, типов леса, древесных пород, полнот и групп возраста древостоев (Курбатский, Дорогов, Доррер, 1976).

Для целей профилактики лесных пожаров важно знать, какой вид пожара может возникнуть на данной территории, и исходя от этого, назначать комплексы мероприятий по их предупреждению. Оценка видов вероятных лесных пожаров в припоселковых лесах, лесах ООПТ отражала бы их реальную пожарную опасность. Поэтому необходима классификация видов лесных пожаров, которая бы учитывала все многообразие пирологических особенностей участков леса и позволяла однозначно их ранжировать.

Наилучшей теоретической классификацией лесных пожаров до определенного времени была классификация И.С. Мелехова (1947). В соответствии с ней все лесные пожары делятся на 3 группы: низовые, верховые и подземные, которые в свою очередь делятся на подгруппы (кроме подземных пожаров).

Существует классификация лесных пожаров М.А. Софронова (1971). В ней виды пожаров определяются по месту (ландшафту) их возникновения.

Н.П. Курбатским (1973) предложена классификация, соответствующая целям практического пожаротушения, и учитывающая недостатки и достоинства предыдущих классификаций. Она включает как элементы ландшафтной структуры, так и лесной пирологии.

1.2 Пути снижения пожарной опасности припоселковых лесов, лесов ООПТ

Особенность угрозы лесных пожаров в припоселковых лесах и лесах ООПТ, как у нас в стране, так и за рубежом состоит в том, что она возникает редко, но зато отрицательные последствия ее достаточно велики. Поэтому мероприятия по снижению пожарной опасности таких лесов должны быть многофункциональными, рассчитаны на чрезвычайные лесопожарные ситуации и устойчивы во времени.

Решение поставленной проблемы необходимо искать в опыте отечественного и зарубежного противопожарного устройства лесов.

Защите населенных пунктов и других объектов от лесных пожаров посвящено достаточно много работ (Lesgourgues, Guigon ..., 1973; Соколов, 1979; Указания по проектированию противопожарных..., 1982; Курбатский, Цыкалов, 1990; Практические рекомендации по предупреждению..., 1992; Фуряев, Злобина, 1995; Zhou, Sus, 1997; Castro, Chuvieso, 1998; Маценко, Ананьин, 1999; Щедренко, и др., 1999; Валендик и др., 2002; Волокитина, 2002; Софронов, Волокитина, 2002).

Создание генеральных планов противопожарного устройства лесов до сих пор регламентируется «Указаниями по проектированию противопожарных мероприятий в лесах СССР» (1982), известны мероприятия, предлагаемые в работе (Львов, Орлов, 1984), система мероприятий по повышению пожароустойчивости основных молодняков (Фуряев, 1987) и др.

Одним из наиболее эффективных противопожарных мероприятий является использование контролируемого огня (Диченков, 1998). В последние десятилетия за рубежом интенсивно развиваются исследования, накапливается прак-

тический опыт по выжиганию на площади под пологом наиболее пожароопасных насаждений. Подобные работы проводятся и во ВПИИПОМлесхозе.

Широкое распространение практика управления лесными пожарами на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) получила в США и Канаде. Приводится обзор опыта применения контролируемого огня в заповедниках и национальных парках за рубежом с целью сохранения определенных типов природных сообществ (Fire Management Guideline, NFS -18; Lорoui'ин^, 1991 и др.). Вопросам практического использования огня для разработки стратегии управления охраняемыми экосистемами посвящены работы (Houston, 1973; Taylor, 1974; Romme, Despain, 1989; Shero, Singer, 1990; Barren, 1990).

Первая попытка разработать специальную программу по управлению пожарами для заповедников у нас в стране была осуществлена совсем недавно (Кулешова, Короткое, 1999).

В последние десятилетия у нас в стране и за рубежом интенсивно развиваются исследования, накапливается практический опыт по выжиганию на площади под пологом наиболее пожароопасных насаждений. Идея профилактического выжигания получила признание и в России (Белов, 1973, Главацкий, Королев, Фуряев, 2000; Главацкий, Королев, Забелин, 2000). Однако широкого практического применения выжиганий пока нет.

Обоснование целесообразности профилактических выжиганий базируется на наблюдениях за влиянием лесных пожаров на лес (Devel, 1978; Vega, 1979; Матвеев, Мачернис, 1979, Hudson et al., 1983; Whitson, 1983; Матвеев, 1986; Фуряев, 1987; и др.). Проводится анализ опыта применения контролируемого огня для снижения пожарной опасности участков леса.

1.3 Создание лесопожарных информационных систем

В целях совершенствования системы охраны лесов от пожаров ученые неоднократно отмечали необходимость создания специализированной лесопожарной информационной системы и предлагали различные методики и способы ее построения. (Шешуков, 1966; Алтон, 1980; Валендик и др., 1979; Михалев, Фарбер, Фролов, 1985; Софронов, Волокитина, 1985; Шешуков, 1987; Михалев и др. 1988; Михалев, Ряполова, 1989). Предлагалось составление лесопожарных карт традиционными методами, используя в качестве основы таксационные и картографические данные лесоустройства (Шешуков, 1966, 1987; Алтон, 1980). На основании специально разработанной классификации типов проводников горения и также данных лесоустройства была предложена методика создания оперативных карт лесных горючих материалов с помощью компьютерной техники (Софронов, Волокитина, 1985; Волокитина и др. 1988). Предлагалось создание многоцелевой информационной системы картографирования лесов и слежения за их изменениями (Михалев и др., 1985). Приводится анализ существующих групп лесохозяйственных ГИС, экспериментальной трехуровневой региональной ГИС «Леса Средней Сибири», (Плешиков, Черкашин, 1998).

Н.П. Курбатский (1972) утверждал, что решение проблемы лесных пожаров должно осуществляться по пути всемерного использования возможно-

сти профилактики лесных пожаров. Это потребует более глубоких знаний о природе лесов и лесных пожаров, привлечения разнообразной информации значительного объема для выработки практических решений и проведения противопожарных профилактических мероприятий.

ВНИИПОМлесхозом разработано Положение по проектированию противопожарных мероприятий в лесах, прилегающих к таежным поселкам, которое включает требования, критерии и правила, регламентирующие содержание и порядок составления проектов по противопожарному устройству припоселковых лесов (Научный отчет «Разработать положение...», 2000). Учет конкретных лесорастительных и пирологических особенностей насаждений целесообразно производить с использованием ГИС-технологий.

Глава 2 ПРОГРАММА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Программа исследований

Программой исследований было предусмотрено проведение следующих основных этапов работ:

- определение факторов и критериев оценки пирологической структуры лесных участков;
- создание лесопирологической информационной системы исследуемых объектов;
- разработка методов прогнозирования видов лесных пожаров, оценки экологической и хозяйственной ценности участков леса;
- проектирование комплекса мероприятий по снижению пожарной опасности припоселковых лесов, лесов ООПТ и предупреждения в них пожаров с использованием ГИС-технологий.

2.2 Характеристика районов исследований

Районы исследований расположены в различных подзонах тайги Средней Сибири.

1. Леса, прилегающие к поселку Ново-Ангарск (Мотыгинский район Красноярского края), расположены в центральной части Енисейского края, в так называемом Приангарском понижении. Лесистость района составляет 94 %. Кроме того, данный район периодически подвергается вспышкам массового размножения сибирского шелкопряда, что также увеличивает опасность возникновения и распространения лесных пожаров.

2. НП "Шушенский бор". Часть Горного лесничества

На территории НП "Шушенский бор" в период с 1974 по 1995 г.г. лесных пожаров не наблюдалось. В 1996 г. отмечен 1 пожар на площади менее 0,3 га, в 1997 - 1 пожар на площади 18,0 га, в 1998 г. - три пожара площадью 25,0; 23,0 и 10,0 га соответствегая. В дальнейшем горимость лесов будет увеличиваться в связи с накоплением площадей с высокими запасами лесных горючих материалов и увеличением пожарной опасности насаждений. Последствия этого могут быть катастрофичны. Эта тенденция подтверждается данными других работ (Каленская, 2003). Аналогичные процессы наблюдаются и в национальных парках США, (Shero, Singer, 1990).

3. Горимость лесов Мининского опытного лесхоза определяют особенности климатических условий, относительно сильное антропогенное и техногенное воздействие. Напочвенный покров практически повсеместно представлен производными (травяными) растительными ассоциациями. В составе древостоев чаще преобладают лиственные породы. В настоящее время для лесов Мининского лесхоза характерны процессы начала восстановления коренного напочвенного покрова. Это увеличивает опасность возникновения лесных пожаров в летний и осенний периоды пожароопасного сезона, что необходимо учитывать уже сейчас, определяя стратегию охраны лесов от пожаров.

2.3 Методика теоретических исследований

Объектами исследований являются леса, примыкающие к поселкам и другим объектам, лесные пожары, факторы, влияющие на возникновение того или иного вида пожара, мероприятия по их предупреждению.

Общая методическая схема создания лесопирологической ГИС, пирологической оценки лесных участков, выбора и назначения противопожарных профилактических мероприятий приведена на рисунке 1. Информационной основой создания лесопирологической системы и проектирования противопожарных профилактических мероприятий являются таксационные и картографические материалы лесоустройства на магнитном носителе. В дальнейшем, информация в таких базах данных поддается систематизации и обработке через различные классификационные модели, посредством компьютерных программ (Михалев, Федоров, Ряполова, 2001).

На 1000-метровые зоны от спрямленных границ населенных пунктов и объектов в лесу разрабатывались экспериментальные локальные лесные ГИС с использованием информационных средств: Arc View, MS Access, MS Excel.

Анализ распределения лесных участков по категориям земель лесного фонда, группам возраста насаждений, типам напочвенного покрова, преобладающей и сопутствующей породе, экспозиции и уклону местности, группам полнот, наличие подлеска, подроста, валежа сухостоя проводится на основе схемы пирологической классификации лесов (Ряполова, Михалев, Золотухина, 2003). Трансформация таксационных данных в лесопирологические производится на основе специальных программ пирологического анализа.

Классификация видов вероятных лесных пожаров формировалась с учетом выполненных ранее классификаций лесных пожаров (Мелехов, 1947; Софронов, 1971; Курбатский, 1973).

Вид вероятного лесного пожара определялся на основе компьютерного анализа условий возможности перехода напочвенного пожара в другие виды.

Шкала оценки экологической и хозяйственной ценности участков земель лесного фонда разрабатывалась в соответствии со справочниками к лесной ГИС и Инструкцией по проведению лесоустройства в лесном фонде России (1995). Шкала предусматривает автоматизированное ранжирование по категориям земель, ценности преобладающих и сопутствующих древесных пород, группам полнот.



Рисунок 1 - Блок-схема пирологической оценки лесов, прилегающих к объектам

Система мероприятий по снижению природной пожарной опасности лесов формировалась с учетом работ (Указания по проектированию противопожарных ..., 1982; Фуряев, Курбатский 1972; Фуряев, 1987 и др.) и возможности адаптации ее к лесным ГИС.

Отображение результатов лесопирологического анализа земель лесного фонда, оценки видов вероятных лесных пожаров, хозяйственной ценности насаждений, выбора и назначения комплекса противопожарных профилактических мероприятий производилось в виде серии тематических карт в электронном виде и на бумажном носителе.

2.4 Методика экспериментальных исследований и обработки результатов

С целью определения оптимальных параметров проведения профилактических выжиганий под пологом леса на 9 пробных полигонах проводились экспериментальные выжигания напочвенного горючего материала в разные периоды лесопожарного сезона методом пробных зажиганий. Запасы и влагосодержание их определялись путем взвешивания до и после и сушки образцов напочвенного горючего материала с площадок размером $0,0625 \text{ м}^2$.

Актуализация таксационных данных, если после лесоустройства прошло 3 и более лет, проводилась путем натуральных обследований методом таксации (Инструкция по проведению лесоустройства..., 1995).

Обработка данных экспериментальных исследований производилась с использованием методов математической статистики.

Глава 3 ОЦЕНКА ПИРОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПРИПОСЕЛКОВЫХ ЛЕСОВ, ЛЕСОВ ООПТ И ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСОПИРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

3.1 Критерии оценки пирологической структуры припоселковых лесов, лесов ООПТ

Установлен перечень факторов, в наибольшей степени определяющих пирологические особенности участков земель лесного фонда. К ним относятся: категория земель, возраст насаждения, тип напочвенного покрова, экспозиция и уклон местности, преобладающая и сопутствующие древесные породы в составе, полнота насаждения, наличие подроста, подлеска, наличие сухостоя и валежа (таблица 1).

Таблица 1 - Классификационные лесопирологические факторы

Факторы	Критерии оценки
Категория земель	Насаждения, лесные культуры, редины и т.д.
Возраст насаждения	Молодняки; средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные
Тип напочвенного покрова	Лишайниковый, мёртвопокровный, разнотравный, крупнотравный, зелёномошный, сфагновый, травяно-болотный
Экспозиция и уклон местности	Теневая (С, В, СВ, более 9°), равнинная (до 9°), световая (Ю, З, ЮЗ, более 9°)
Преобладающая древесная порода	Кедр; сосна; лиственница; пихта, ель; берёза, осина
Сопутствующие древесные породы	Нет, темнохвойные; светлохвойные; лиственные, включая лиственницу
Полнота насаждения	0,3-0,6; 0,7-1,0
Подрост	Нет; хвойный не пожароопасный; хвойный пожароопасный; лиственный
Подлесок	Нет или средней густоты; есть густой
Сухостой	Нет (до 20 м ² /га); есть (20 и более м ² /га)
Захламленность	Нет (до 20 М/га); есть (20 и более м ² /га)

3.2 Трансформация совмещенной базы таксационных и картографических данных в лесопирологическую информационную систему

Структура лесопирологической географической информационной системы (ГИС) приведена в работе (Михалев, Ряполова и др. 2003). Классификационные признаки пирологической оценки категорий земель лесного фонда (таблица 1) и их сочетание определяют пирологические характеристики и свойства участков земель лесного фонда. Пирологическое описание лесов формируется в процессе обработки таксационных данных по определенному алгоритму (Михалёв, Ряполова, 2003 в; Ряполова, Михалев, Золотухина, 2003). Каждому так-

сационному выделу присваивается лесопирологическая характеристика. Таксационные выдел, имеющие одинаковые лесопирологические характеристики объединяют в пирологические типы. Их представительность меняется в зависимости от лесорастительных условий объекта.

На рисунке 2 представлен фрагмент карты пирологической структуры категорий земель лесного фонда части Мининского лесничества Мининского опытного лесхоза Красноярского края. Карта является результатом трансформации таксационных данных, многомерного анализа пирологических факторов и их параметров.

Как правило, все многообразие таксационных выделов объектов, группируется в 5-14 преобладающих пирологических типов. Анализ проведен на примере 12 объектов, расположенных в различных лесорастительных условиях. В летне-осенний период 2002 года была проведена проверка соответствия компьютерных оценок пирологических характеристик участков леса натурным, обследовано 97 выделов по 12 показателям.

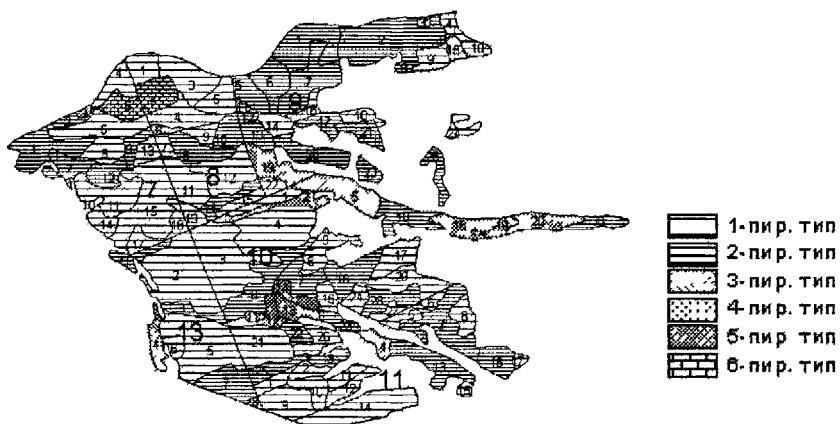


Рисунок 2 - Фрагмент карты пирологической структуры объекта

Проверка показала, что компьютерное определение лесопирологических характеристик участков леса отличается высокой степенью соответствия натурным обследованиям. Из 1164 наблюдений ошибочными оказались 54. Частота возникновения ошибок равна 4,6%. Наибольшие ошибки возникали при определении характеристик групп типов напочвенного покрова (9,3 %), подроста (14,4 %), остальные колебались в пределах 4 %

Глава 4 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВИДОВ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ, ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЦЕННОСТИ УЧАСТКОВ ЛЕСА

4.1 Классификация видов вероятных пожаров в припоселковых лесах, лесах ООПГ

Еще в 1835 г. лесничий департамента государственных имуществ России П. Перелыгин разделил лесные пожары на три вида: «Образ горения лесных пожаров бывает различен: по земле, по вершинам распространяющийся и горение почвы» (Нестеров, 1945). Это высказывание не утратило своей актуальности до настоящего времени. В данной работе идет речь о вероятных лесных пожарах, а не о действующих. Поэтому в соответствии с классификацией (Курбатский, 1973), в целях обеспечения возможности однозначной компьютерной оценки, вероятные виды лесных пожаров также подразделяются на простые и сложные, которые в свою очередь в зависимости от лесопирологических условий и таксационных характеристик насаждений на **низовой или напочвенный; низкой валежниковый; низкой подлесный; низкой подлесно-валежниковый; почвенный (торфяной); верховой; почвенно-верховой** (Михалев, Ряполова и др., 2003).

Данная классификация адаптирована к совмещенной базе таксационных и картографических данных и учитывает накопленный научный и практический опыт, что позволяет на основе лесных ГИС объективно устанавливать и целенаправленно назначать мероприятия по предупреждению лесных пожаров.

Для опытной проверки предложенного подхода в экспериментальном порядке была создана лесопирологическая информационная система Чемдальского лесничества Тунгусско-Чунского лесхоза Эвенкийского АО. На данный объект на бумажном носителе изготовлен экземпляр карты видов вероятных лесных пожаров для различных периодов пожароопасного сезона. Опытная проверка в натуральных условиях результатов исследований подтвердила адекватность отражения вероятных видов лесных пожаров на карте и работоспособность предложенной классификации.

4.2 Алгоритм оценки видов вероятных лесных пожаров в припоселковых лесах, лесах ООПГ

Для оценки видов вероятных лесных пожаров определены условия их возникновения, которые базируются на лесопирологических характеристиках выдела. Рассмотрим алгоритм оценки верхового пожара.

Условия возникновения и распространения верхового пожара рассматриваются отдельно для двух групп возрастов насаждений: молодняков; средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных.

В *молодняках* верховой пожар может возникнуть при преобладании темнохвойных пород (кедр, пихта, ель) и наличии сопутствующих темнохвойных или светлохвойных, с учетом дополнительных условий: при полноте древостоя 0,7-1,0; или полноте древостоя 0,3-0,6 и наличии густого подлеска или пожароопасного подроста. В светлохвойных древостоях - при сопутствующих тем-

нохвойных и светлохвойных породах. Однако необходимо выполнение следующих дополнительных условий: полнота насаждения должна быть 0,7-1,0 или 0,3-0,6 с обязательным наличием пожароопасного подроста.

Средневозрастных; приспевающих, спелых и перестойных насаждениях низовой напочвенный пожар может развиваться в верховой:

- при преобладающей породе из темнохвойных: кедр, пихта, ель, и сопутствующих темнохвойных, светлохвойных, полнота древостоя 0,7-1,0;
- при преобладающей светлохвойной породе и сопутствующих темнохвойных. В этом случае необходимо учитывать дополнительные условия: наличие полноты насаждения 0,7-1,0, пожароопасного подроста, густого подлеска, валежа с запасом 20 м³ и более на гектар;
- при преобладающей светлохвойной породе и сопутствующей светлохвойной с дополнительными условиями: полнота насаждения 0,7-1,0 и наличие пожароопасного подроста.

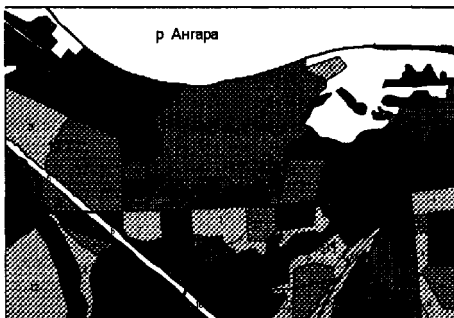
Крутизна склона увеличивает опасность возникновения верхового пожар.

Верховой пожар возможен:

- при уклоне 9° - 19° - в темнохвойных насаждениях с сопутствующими темнохвойными с наличием пожароопасного подроста;
- при крутизне склона 20° и более, - в темнохвойных насаждениях с сопутствующими темнохвойными;
- при крутизне склона 30° и более в насаждениях с преобладающей светлохвойной породой, сопутствующей светлохвойной.

Условием распространения верхового пожара является: преобладание в составе хвойных пород (С, К), полнота насаждения 0,7 и выше.

Результаты оценок отображаются в картографической форме. На рисунке 3 представлен фрагмент карты видов вероятных лесных пожаров территории, прилегающей к пос. Ново-Ангарск Красноярского края.



Условные обозначения

	Нет пожара
	Низовой
	Валежниковый
	Подлесный
	Подлесно-валежниковый
	Верховой

Рисунок 3 - Виды вероятных пожаров в лесах, прилегающих к пос. Ново-Ангарск Мотыгинского района Красноярского края

Анализ повреждаемости темнохвойных лесов данного района сибирским шелкопрядом показывает, что участки подверженные воздействию данного вредителя в прошлом усиливают пожарную опасность территории.

4.3 Оценка экологической и хозяйственной ценности участков земель лесного фонда

Ценными в экологическом отношении являются участки, выполняющие невосомые функции: заповедные, рекреационные, защитные и др., а также молодняки хвойных пород.

Хозяйственно ценными - участки с произрастающими древостоями или другой растительностью, являющиеся сырьевым ресурсом в конкретных экономических условиях.

В таблице 2 представлен фрагмент шкалы распределения земель лесного фонда по относительной ценности. Таблица используется в качестве постановочной задачи для автоматизированного ранжирования территории по экологической и хозяйственной ценности.

Таблица 2 - Фрагмент шкалы оценки относительной ценности участков земель лесного фонда

Участки земель лесного фонда	Порода (сочетание пород)	Полнота	Ранг ценности
Экологическая			
Культуры хвойных пород	К, С, Л, Е, П		9
Молодняки хвойных пород	К, С, Л, Е, П, сопутствующая порода любая		10
Хозяйственная (ценная)			
Средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные эксплуатационные и резервные леса	К; К+К; К+С; К+Е; К+П; К+Лц;	0,7- 1,0	11
	С; С+С; С+К; С+Е; С+П; С+Лц		
	Е; Е+К; Е+С; Е+Е; Е+П; Е+Лц		
	П; П+К; П+С; И+П; П+Е; П+Лц		
	Лц; Лц+К; Лц+С; Лц+Е; Лц+П; Лц+Лц		
Средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные эксплуатационные и резервные леса	К; К+К; К+С; К+Е; К+П; К+Лц;	0,3-06	12
	С; С+С; С+К; С+Е; С+П; С+Лц		
	Е; Е+К; Е+С; Е+Е; Е+П; Е+Лц		
	П; П+К; П+С; П+П; П+Е; П+Лц		
	Лц; Лц+К; Лц+С; Лц+Е; Лц+П; Лц+Лц		
Хозяйственная (малоценная)			

Данная шкала разработана для условий Восточной Сибири. Для других регионов необходимо корректировать перечень категорий земель лесного фонда, состав древесных пород и устанавливать ранжированный ряд по ценности.

Принцип оценки ценности участков земель лесного фонда заключается в выборке по таксационной базе данных участков, поименованных в таблице 2 и представление результатов поиска в картографической форме.

Глава 5 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПОЖАРОВ В ПРИПОСЕЛКОВЫХ ЛЕСАХ, ЛЕСАХ ООПТ

5.1 Система противопожарных профилактических мероприятий

С учетом опыта у нас в стране и за рубежом, сформирована система противопожарных профилактических мероприятий в лесах, которая адаптирована к лесным ГИС и использована для решения задачи, поставленной в диссертационной работе.

1. Устройство системы барьеров
 - 1.1 Существующие дороги, водные поверхности, каменистые россыпи, болота, пески и др.
 - 1.2 Границы между разнотравниками и зеленомошниками
 - 1.3 Полосы с разрушением покрова из мхов
 - 1.4 Полосы, обрабатываемые гербицидами
 - 1.5 Минерализованные полосы
2. Устройство противопожарных дорог
3. Снижение запасов лесных горючих материалов
 - 3.1 Снижение полноты насаждения
 - 3.2 Уборка пожароопасного подроста, подлеска
 - 3.3 Уборка сухостоя, захламленности и мусора
 - 3.4 Выжигание напочвенных горючих материалов
4. Формирование пожароустойчивой структуры лесов
 - 4.1 Увеличение доли лиственных
 - 4.2 Снижение вертикальной сомкнутости
 - 4.3 Поднятие крон деревьев
5. Создание водоемов и заборов воды
6. Создание сети обнаружения лесных пожаров
7. Установка противопожарных плакатов и знаков

Назначение комплекса противопожарных профилактических мероприятий на конкретном лесотаксационном выделе производится на основе анализа лесопирологических характеристик участков земель лесного фонда. Мероприятия по снижению запасов лесных горючих материалов проводятся на полосе 30 м по границам лесопирологических выделов.

Приводится анализ линейных образований, которые можно использовать в качестве противопожарных барьеров. Более подробно рассматриваются барьеры, созданные на основе использования природной способности основных групп типов напочвенного покрова (травяных и мшистых) в различные периоды пожароопасного сезона, при III, реже IV классах пожарной опасности по условиям погоды препятствовать распространению огня лесного пожара.

Применение предложенной системы мероприятий по снижению пожарной опасности в припоселковых лесах, лесах ООПТ позволит снизить затраты на тушение, предотвратить возникновение верховых лесных пожаров, сохранить лесную экосистему, с которой наиболее часто контактирует человек.

5.2 Экспериментальные исследования по снижению пожарной опасности лесных участков

Экспериментальные профилактические выжигания проводились в пригородных лесах г. Красноярска (Мининское лесничество, Мининского опытного лесхоза Красноярского края, кв. 10, 14, 15) преимущественно при III - IV классах пожарной опасности по условиям погоды. Результаты экспериментальных выжиганий представлены в таблице 3.

Анализ таблицы 3 показывает, что в результате выжиганий запасы основных проводников горения, в зависимости от класса пожарной опасности по условиям погоды, их влагосодержания, значительно снижаются. Распространение огня и степень прогорания участков в наибольшей степени зависят от влагосодержания ОПТ, периода пожароопасного сезона в лесу.

Наиболее эффективным является выжигание, при котором прогорает более 60% площади проективного покрытия (таблица 4). В этом случае при повторном зажигании горение не распространяется.

Таблица 3 - Результаты экспериментальных выжиганий

Дата выжигания	№ П/П	Территория, пройденная огнем, (%)	Толщина прогорания, см		Параметры огня			Запас ОПТ, кг/м ²		Сгорело (%)
			ОПТ	лесн. подстилка	высота, см	Фронт		до выжигания	после выжигания	
						V м/мин	Ширина, см			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1997 год, травяный напочвенный покров										
14.05	9	25	1,0	-	20	0,2	7	1,15	0,60	47,8
14.05	7	10	1,0	-	20	0,2	7	1,81	0,62	65,7
15.05	9	90	3,0	-	30	0,2	10	1,15	0,54	53,0
15.05	7	100	3,0	-	35	0,7	40	1,81	0,55	69,6
15.05	8	95	4,0	-	30	1,1	30	1,49	0,84	43,6
19.05	1	95	3,0	-	60	2,0	50	0,97	0,86	11,3
19.05	5	95	3,5	-	60	1,0	50	1,16	0,78	32,8
20.05	3	100	4,6	1,0	50	0,4	50	0,64	0,04	93,8
1998 год										
28.05	8	95	1,8	-	15	0,4	8	0,35	0,32	9,3
мшистый напочвенный покров, 1997 год										
2.07	1	10	1,0	-	10	0,1	7	1,35	1,35	0,0
3.07	1	85	2,0	-	30	0,2	30	1,19	0,69	42,0
8.07	2	90	3,1	-	40	0,3	30	2,85	0,84	70,5
1998 год										
1.08	3	85	4,0	-	15	0,1	10	0,62	0,44	29,0

Таблица 14 - Эффективность профилактических выжиганий

в разнотравниках						
Дата выжигания	№ пробной площ	КПО	% прогорания проективного покрытия	Дата повторного зажигания	КПО	% площади, пройденной огнём при повторном зажигании
14 05 97	7	III	10	15 05	III	80
	7		80	20 05	IV	0
14 05 97	9	III	25	15 05	III	65
	9		65	20 05	IV	0
15 05 97	8	III	95	20 05	IV	0
19 05 97	1	IV	95	24 05	V	0
19 05 97	5	IV	95	-	-	-
20 05 97	3	V	100	-	-	-

Определена зависимость средней допустимой высоты пламени при проведении профилактических выжиганий от диаметра древостоя на высоте груди (1, 3 м) для различных древесных пород. На рисунке 4 показана зависимость средней допустимой высоты пламени от диаметра ствола сосны.



Рисунок 4 - Средняя допустимая высота пламени в зависимости от диаметра ствола (сосна)

$$y = -0,11 + 0,05x$$

$$R^2 = 0,94$$

Установлено, что проводить выжигания лучше всего во второй половине дня при комплексном показателе Нестерова 1500-3000 мбар/град, скорости ветра под пологом леса до 3 м/сек, относительной влажности воздуха 30-40 %, температуре воздуха до 24 град С, влажности опада 16-30 %, мелких сучьев - 11-25 %. Пал необходимо производить между естественными преградами или выжигаемый участок опахивать и разделять минерализованными полосами.

5.3 Алгоритм назначения системы мероприятий по снижению пожарной опасности и предупреждению лесных пожаров в припоселковых лесах, лесах ООПТ

Выбор тех или иных мероприятий по защите объектов в лесу определяют следующие факторы: пирологическая структура участков земель лесного фонда, распределение видов вероятных лесных пожаров по территории, период пожароопасного сезона, экологическая и хозяйственная ценность насаждений.

Анализ целесообразно проводить по свежим материалам лесоустройства, с учетом всех текущих изменений. При этом должен учитываться режим использования прилегающих лесов.

Предваряют проектирование подготовительные работы. Они включают: сбор таксационных и планово-картографических данных на прилегающие участки земель лесного фонда; создание локальных совмещённых таксационных и картографических баз данных на 1000 метровые зоны от спрямленных границ населенного пункта или объекта в лесу; актуализацию данных путем проведения натуральных обследований, если после лесоустройства прошло 3 и более лет.

Автоматизированное проектирование противопожарных мероприятий в лесах, регламентируется алгоритмом, фрагмент которого приводится ниже.

Блок I Устройство оптимальной системы барьеров и опорных полос

Выделение существующих естественных и искусственных барьеров. Выделяются следующие категории земель - реки, пруды, озера, ручьи, пашни, карьеры, болота (без насаждений), пески, крутые склоны, гольцы, каменные россыпи, дороги, в т.ч. противопожарного назначения.

Выделение границ между травяными и мшистыми типами напочвенного покрова. Типы напочвенного покрова группируются: лишайниковый + мертвопокровный; разнотравный + крупнотравный + травяно-болотный; зеленомошный + сфагновый. Выделяются границы между 2 и 3-ей группами.

Полосная обработка травяного напочвенного покрова гербицидами с последующим выжиганием. Для усиления защитных свойств - по границам между травяными и мшистыми группами напочвенного покрова.

Устройство полос разрушения напочвенного покрова из мхов и восстановление травяного покрова. Назначается по границам участков в моховым напочвенным покровом на полосе 30 м, где возможен верховой пожар, если сопредельные выдела также отнесены к мшистой группе.

Устройство минерализованных полос. Проектируется вдоль дорог на расстоянии 30 м, непосредственно вдоль спрямленных границ таежных поселков и других объектов в лесу и на расстоянии 300 м различными способами: плугом ПКЛ-70; малогабаритной техникой.

Проведение полосных противопожарных профилактических выжиганий напочвенных горючих материалов. Данное мероприятие назначается в сосновых насаждениях на полосе 30 м от минерализованной полосы вдоль дорог, вдоль спрямленных границ населенных пунктов и других объектов.

Устройство дорог противопожарного назначения. При проектировании данного мероприятия используется карта видов вероятных лесных пожаров. Выделяются участки, где возможно возникновение верховых пожаров (осень), молодняки хвойных пород, культуры, высокополотные насаждения хвойных пород, существующие дороги. В результате анализа на карте отображаются пожароопасные участки, к которым отсутствуют подъездные пути. При наличии водоемов, проектируемые дороги желательно замыкать на них.

Результаты планирования и пространственного размещения мероприятий по предупреждению пожаров в припоселковых лесах и лесах ООПТ представляются в виде электронных карт

Глава 6 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

6.1 Проектные работы по снижению пожарной опасности и предупреждению пожаров в лесах Красноярского края

Для стратегии управления пожарами на ООПТ имеются две альтернативы:

- вводить контролируемые палы или допускать распространение некоторых стихийных пожаров по мере их возникновения в экосистемах с накопившимися горючими материалами;

- допускать "старение" лесной экосистемы до тех пор, пока случайно большой пожар в один сезон не уничтожит то, что могло бы выгорать на протяжении нескольких лет.

Необходимость дифференцированного подхода при совершенствовании системы охраны особо охраняемых природных территорий и значительного объема различной информации вызывают необходимость разработки и использования специальных информационных систем.

Данный подход был использован нами при подготовке Менеджмент-плана обеспечения охраны природного и историко-культурного наследия и сохранения биологического разнообразия лесов национального парка «Шушенский бор». На часть Горного лесничества НП «Шушенский бор» (13,6 тыс. га) нами создана компьютерная система прогнозирования видов вероятных лесных пожаров по периодам пожароопасного сезона.

В результате разработаны карты видов вероятных лесных пожаров части Горного лесничества НП «Шушенский бор» для различных периодов пожароопасного периода. Такие карты дают возможность определить наиболее опасные в пожарном отношении территории, усилить там контроль, провести необходимые профилактические мероприятия для снижения пожарной опасности.

Систематическое применение лесопирологической информационной системы дает возможность перейти от принципов безусловного тушения всех пожаров к реализации концепции регулирования воздействия огня в лесу и управления лесными пожарами.

Необходимость реализации подобного подхода подтверждается опытом охраны лесов ООПТ от пожаров таких стран как Канада, США.

В соответствии с распоряжением администрации Красноярского края от 14.06.2000 г. № 678-р и Законом края «О пожарной безопасности Красноярского края» от 10 февраля 2000 г. № 9-63, были проведены подготовительные работы по организации защиты населенных пунктов края от лесных пожаров. Определен список населенных пунктов, требующих проведения работ по их защите (таблица 5), установлены минимальные устраиваемые лесные площади.

На рисунке 6 представлен фрагмент карты комплексов мероприятий по снижению пожарной опасности лесов, прилегающих к аэропорту «Емельяново», Красноярского края.

Таблица 5 - Потребность в противопожарном устройстве припоселковых лесов по районам Красноярского края

Район	Общее кол-во объектов, требующих устройства		Площадь объектов, га	Устраиваемая площадь лесов, га
	Поселков	Хоз. объектов		
1	2	3	3	4
1. Казачинский	15		1075	3470
2. Северо-Енисейский	11		4219	4155
3. Ирбейский	2		182,8	360
4. Партизанский	4		70,5	440
5. Саянский	3		171	630
6. Емельяновский	29		644,2	2115
7. Б.-Муртинский	12	5	725	2415
8. Енисейский	5		296	960
9. Тасевский	17		2245	4169
10. Манский	7		990	2060
11. Мотыгинский	1		6	-
12. Абанский	4		85	505
13. Богучанский	24	10	5410,9	10020
14. Березовский	12		2167	3865
15. Пировский	26		-	-
16. Нижнеингашский	20		4250	5492
17. Курагинский	23		1201,3	4272
18. Ермаковский	6		1493	1980

В автоматическом режиме проектируются линейные и площадные блоки мероприятий (устройство оптимальной системы барьеров и опорных полос, снижение запасов лесных горючих материалов и др.).

При планировании размещения точечных мероприятий (установка плакатов, устройство водоемов и заборов воды, пунктов обнаружения лесных пожаров и др.) территория, нуждающаяся в данных мероприятиях, анализируется в автоматизированном, а место проведения - в диалоговом режиме. Необходимые объемы работ представляются в табличной форме.

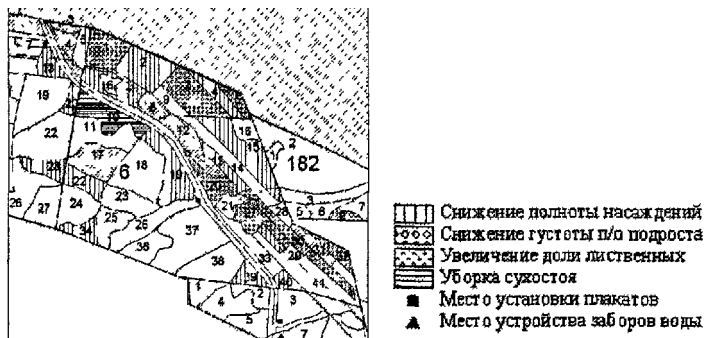


Рисунок 5 - Фрагмент карты по защите объекта (аэропорт «Емельяново») от лесных пожаров

Предложенный подход к оценке пожарной опасности припоселковых лесов, лесов ООПТ в экспериментальном порядке апробирован на лесопирологических базах данных на площади более 31 тыс. га, из них припоселковых лесов - 12,7 тыс. га, лесов прилегающих к объектам экономики - 3,5 тыс. га, особо охраняемых территорий - 14,9 тыс. га

С использованием данной методики разработаны проекты противопожарного устройства территорий, прилегающих к 12 объектам в лесу, (7 поселков в различных районах Красноярского края, 1 объект экономики (аэропорт «Емельяново»), памятник природы краевого значения «оз. Светленькое», участок культур хвойных пород, 2 рекреационные зоны отдыха в лесу). Проекты переданы администрациям районов и лесхозов для практического использования.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Установлены факторы, в наибольшей степени, определяющие пирологические особенности участков земель лесного фонда: категория земель, возраст насаждения, тип напочвенного покрова, экспозиция и уклон местности, преобладающая и сопутствующие древесные породы в составе, полнота насаждения, наличие подроста, подлеска, наличие сухостоя и валежа. Разработаны критерии их оценки. Разработана методика оценки пирологической структуры припоселковых лесов, лесов ООПТ и формирования лесопирологической ГИС.

2. Разработаны методики оценки видов вероятных лесных пожаров, экологической и хозяйственной ценности участков леса. Выявлены различия в распределении вероятных лесных пожаров по территории в зависимости от типа напочвенного покрова и периода пожароопасного сезона. Вид вероятного лесного пожара в припоселковых лесах, лесах ООПТ является критерием оценки их пожарной опасности.

3. Обоснована и сформирована система противопожарных профилактических мероприятий в лесах. Разработан алгоритм выбора и назначения комплек-

са мероприятий по предупреждению пожаров в припоселковых лесах и лесах ООПТ. Показано, что лесопирологическая информационная система является информационной основой для автоматизированного и интерактивного выбора и назначения противопожарных мероприятий. Полученные результаты рекомендуются для решения задач защиты таежных поселков, ООПТ, объектов экономики и обороны от лесных пожаров.

4. Результаты исследований реализованы в 12 экспериментальных проектах. Подтверждено, что предлагаемая методика позволяет оперативно и обоснованно проектировать и проводить комплексы противопожарных профилактических мероприятий по предупреждению пожаров в припоселковых лесах и лесах ООПТ. Это увеличивает степень их защищенности от лесных пожаров, снижает опасность повреждения не только жилищ и имущества граждан, но и лесов, имеющих высокое оздоровительное, рекреационное, экологическое и воспитательное значение. Данный подход позволяет снизить расходы бюджетных средств на восстановительные работы на объектах, ликвидацию последствий лесных пожаров, восстановление функций лесов, с которыми наиболее часто контактирует человек.

Перечень основных опубликованных работ:

1. Михалев Ю.А., Ряполова Л.М., Елизарьева С.В. Применение материалов космической съемки в организации борьбы с лесными пожарами //Лесные пожары и борьба с ними. М.: ВНИЛМ, 1988. - С. 193-201.
2. Ряполов В.Я., Ряполова Л.М. Исследование закономерностей ландшафтно-экологического размещения очагов сибирского шелкопряда аэрокосмическими методами. Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-та, 2001. - 159с.
3. Михалев Ю.А., Федоров Е.Н., Ряполова Л.М. Методические основы профилактики лесных пожаров на основе ГИС-технологий //Лесоустройство и лесная таксация, № 1(30), 2001. - С. 92-95.
4. Ряполова Л.М., Михалев Ю.А. Предупреждение пожаров в припоселковых лесах //Химико-лесной комплекс. Проблемы и решения. (Матер. Всерос. науч. практич. конф. 11-12 апреля 2002). Красноярск: СибГТУ, 2002. Т. 1. -С.122-127.
5. Михалёв Ю.А., Ряполова Л.М. Противопожарное устройство припоселковых лесов использованием ГИС-технологий //Природные пожары: возникновение, распространение, тушение и экологические последствия: Матер. 5-й Междунар. конф.- Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003 . - С. 164-165.
6. Михалёв Ю.А., Ряполова Л.М., Защита таежных поселков от лесных пожаров //Лесн. хоз., 2003.- №3- С. 40-41.
7. Михалёв Ю.А., Ряполова Л.М. Актуальные направления совершенствования профилактики лесных пожаров //Охрана лесов от пожаров лесовосстановление и лесопользование. Сб. науч. ст., ФГУ «ВНИИПОМлесхоз». Красноярск: ИПЦ КГТУ.-2003. - С.29-39.

8. Михалёв Ю.А., Ряполова Л.М., Федоров Е.Н., Золотухина Л.П. Классификация лесных территорий по видам вероятных пожаров // Охрана лесов от пожаров лесовосстановление и лесопользование. Сб. науч. ст., ФГУ ВНИИПОМлесхоз». Красноярск: ИПЦ КГТУ. 2003-С.79-83.
9. Михалёв Ю.А., Ряполова Л.М. Оценка пирологической структуры земель лесного фонда // Охрана лесов от пожаров лесовосстановление и лесопользование. Сб. науч. ст., ФГУ ВНИИПОМлесхоз». Красноярск: ИПЦ КГТУ. 2003-С. 84-94.
10. Ряполова Л.М., Михалёв Ю.А., Золотухина Л.П. Противопожарное обустройство лесов, примыкающих к населенным пунктам и другим объектам в лесу // Охрана лесов от пожаров, лесовосстановление и лесопользование. Сб. науч. ст., ФГУ ВНИИПОМлесхоз». Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003-С. 94-101.
11. Ряполова Л.М., Михалев Ю.А., Золотухина Л. П. Лесопирологические ГИС - основа проектирования противопожарных профилактических мероприятий // Современные методы математического моделирования природных и антропогенных катастроф. Проблемы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: В 3 т. Т.1.: Тр. научных конференций /Научн. ред. Ю.И. Шокин, Н.А. Махутова, В.В. Москвичев, Красноярск: ИВМ СО РАН, 2003. - С.207-213
12. Ряполова Л.М., Михалев Ю.А. Защита населенных пунктов и других объектов от лесных пожаров //Лесной и химический комплекс. - Матер. Всерос. науч. практич. конф., Красноярск, 24-25 апреля 2003. - Красноярск: СибГТУ, 2003. - Т. 1. - С.124-128.

№ 18 127

РНБ Русский фонд

2005 - 4

16393