

Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»**

В. М. ЕФИМЕНКО
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ
ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
1-75 01 01 «ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

Гомель
УО «ГГУ им. Ф. Скорины»
2009

УДК 630.43 (075.8)

ББК 43.48я73

Е-911

Рецензент:

кафедра лесохозяйственных дисциплин учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Рекомендовано к изданию на заседании научно-методического совета учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Ефименко, В. М.

Е-911

Лесная пирология: практическое пособие для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / В.М. Ефименко; М-во обр. РБ, Гомельский государственный университет им Ф. Скорины.– Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009 – 90 с.

Практическое пособие включает основные понятия по теме, вопросы для самоконтроля, задания к лабораторным работам и требования по их выполнению, литературу и адресовано студентам специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство».

УДК 630.43 (075.8)

ББК 43.48я73

© Ефименко В. М., 2009

© УО «Гомельский государственный университет им.Ф.Скорины»,2009

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Тема 1 Система охраны лесов от пожаров.....	5
Тема 2 Процесс возникновения лесных пожаров.....	15
Тема 3 Мониторинг пожарной опасности в лесу	21
Тема 4 Предупреждение возникновения и распространения лесных пожаров.....	34
Тема 5 Параметры лесных пожаров	47
Тема 6 Особенности тушения лесных пожаров	56
Тема 7 Противопожарные мероприятия.....	61
Тема 8 Обеспечение радиационной безопасности в лесу	83
Литература.....	90

ВВЕДЕНИЕ

Переход лесного хозяйства Республики Беларусь на самоокупаемость и самофинансирование требует решения многообразных задач связанных с организацией систем его ведения, успешное решение которых возможно при условии высокого качества подготовки специалистов.

Будущий инженер лесного хозяйства должен уметь обнаруживать лесные пожары, ионизирующие излучения, бороться с их распространением и организовывать ведение хозяйства с целью предотвращения лесных пожаров.

Лабораторные занятия являются составной частью учебного процесса при подготовке специалистов, проводятся согласно учебным планам в сроки, соответствующие графику учебного процесса.

Практическое пособие подготовлено с целью более углубленного освоения дисциплины, включает основные понятия по теме, вопросы для самоконтроля, задания к лабораторным работам и требования по их выполнению, литературу и адресовано студентам специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство».

Тема 1 Система охраны лесов от пожаров

1 Законодательная основа системы охраны лесов в Беларуси

2 Функциональные задачи службы охраны лесов от пожаров

Основные понятия по теме

Законодательная основа системы охраны лесов в Беларуси.

Основными задачами охраны лесов от пожаров являются предупреждение лесных пожаров, их обнаружение, ограничение распространения и тушение.

Охрана и защита лесов осуществляются с учетом их биологических и иных особенностей и включают в себя комплекс организационных, правовых и других мер по рациональному использованию лесного фонда, сохранению лесов от уничтожения, повреждения, ослабления, загрязнения, и иного вредного воздействия.

Цели и задачи охраны и защиты лесного фонда обозначены и закреплены в Лесном кодексе Республики Беларусь (ст. 73-80), стандартах и нормативных положениях.

Осуществляют мероприятия по охране и защите лесов специально уполномоченные республиканские органы государственного управления:

- в области использования:
- охраны лесного фонда;
- защиты лесного фонда;
- воспроизводства лесов;
- соответствующие подразделения МЧС Беларуси, и его территориальные органы;
- местные исполнительные и распорядительные органы в пределах их компетенции;

обеспечивают осуществление комплекса мероприятий по охране и защите лесов.

Авиационная охрана лесов осуществляется соответствующими подразделениями Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь в пределах их компетенции.

Зона авиационной охраны лесов определяется республиканскими органами государственного управления в области использования, охраны, защиты лесного фонда и воспроизводства лесов.

Положение о порядке авиационной охраны лесов утверждается СМ Беларуси по совместному представлению МЧС Беларуси и рес-

публиканскими органами государственного управления в области использования, охраны, защиты лесного фонда и воспроизводства лесов.

Для выполнения функций по авиационной охране лесов соответствующие подразделения Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь обеспечиваются гидрометеорологической информацией в соответствии с законодательством Республики Беларусь о гидрометеорологической деятельности.

Обязанности местных исполнительных и распорядительных органов по борьбе с лесными пожарами, вредителями и болезнями леса состоят в следующем:

- организуют ежегодно разработку и выполнение юридическими лицами, ведущими лесное хозяйство, и лесопользователями мероприятий по предупреждению пожаров и подготовке к пожароопасному сезону в лесах;

- ежегодно до начала пожароопасного сезона утверждают оперативные противопожарные мероприятия;

- организуют привлечение в установленном порядке граждан, противопожарной техники, транспортных и других средств юридических лиц для тушения лесных пожаров, обеспечение лиц, привлеченных к тушению лесных пожаров, средствами передвижения, питанием и медицинской помощью;

- предусматривают на периоды особо высокой опасности возникновения пожаров в лесах создание из привлекаемых сил и средств пожарных подразделений и обеспечивают содержание их в готовности к немедленному выезду в случае возникновения лесного пожара;

- оказывают содействие в строительстве дорог противопожарного назначения, аэродромов и посадочных площадок для самолетов и вертолетов, используемых для авиационной охраны лесов, в завозе горючего и смазочных материалов в районы осуществления авиационной охраны лесов, а также выделяют на пожароопасный сезон в распоряжение государственных органов лесного хозяйства в качестве дежурного транспорта необходимое количество автомобилей, катеров и других транспортных средств с запасом горючего;

- организуют проведение противопожарной пропаганды, регулярное освещение в средствах массовой информации вопросов сбережения лесов, соблюдения правил пожарной безопасности в лесах;

- обеспечивают координацию мероприятий по борьбе с лесными пожарами на территории области, района, создавая для этой цели в необходимых случаях специальные комиссии;

- оказывают содействие в проведении работ по борьбе с вредителями и болезнями леса и улучшению санитарного состояния лесов;

- запрещают пребывание граждан в лесах и осуществление лесопользования в период высокой пожарной опасности, а также при проведении мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями леса с использованием химических, биологических и иных средств.

Обязанности юридических лиц, ведущих лесное хозяйство состоят в следующем:

- организуют ежегодно разработку и выполнение мероприятий по предупреждению пожаров и подготовке к пожароопасному сезону в лесах;

- предусматривают на периоды особо высокой опасности возникновения пожаров в лесах создание резервов противопожарных и иных средств и обеспечивают содержание их в готовности к немедленному использованию в случае возникновения лесного пожара;

- проводят противопожарное и санитарное благоустройство лесов, принимают меры по предотвращению и пресечению нарушений правил пожарной безопасности в лесах;

- проводят мероприятия по профилактике и своевременному выявлению вредителей и болезней леса и борьбе с ними;

- осуществляют строительство и содержание дорог противопожарного назначения, аэродромов и посадочных площадок для самолетов и вертолетов, используемых для авиационной охраны лесов;

- оказывают содействие лесопользователям в проведении работ по противопожарному обустройству участков лесного фонда, переданных им в пользование;

- организуют широкое проведение противопожарной пропаганды, регулярное освещение в средствах массовой информации вопросов сбережения лесов, соблюдения правил пожарной безопасности в лесах;

- обеспечивают своевременную ликвидацию очагов возгорания леса, координацию всех мероприятий по борьбе с лесными пожарами, вредителями и болезнями леса;

Обязанности лесопользователей по охране лесов от пожаров

Лесопользователи обязаны разрабатывать и утверждать по согласованию с юридическими лицами, ведущими лесное хозяйство,

планы противопожарных мероприятий, а также проводить их в установленные сроки.

Лесопользователи в случае обнаружения очагов возгорания леса обязаны срочно сообщить об этом юридическим лицам, ведущим лесное хозяйство, и принять меры по ликвидации очагов возгорания леса.

Перечень обязательных противопожарных мероприятий определяется специально уполномоченным республиканским органом государственного управления в области использования, охраны, защиты лесного фонда и воспроизводства лесов и Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Функционально взаимодействие между юридическими органами осуществляется по схеме обозначенной на рисунке 1,2.



Рисунок 1 – Структура управления охраной лесов от пожаров[7]



Рисунок 2 – Организационная структура системы охраны лесов от пожаров [7]

Основные лесоохранные функции выполняют лесхозы. Наряду с лесхозами охрану лесов от пожаров должны осуществлять все лесопользователи, независимо от их служебного и юридического статуса. В особых случаях (при чрезвычайной пожарной опасности) к тушению лесных пожаров могут привлекаться людские ресурсы и технические средства МЧС (Министерства по чрезвычайным ситуациям), военного ведомства, других организаций и предприятий, в первую очередь - функционирующих на территории лесного фонда или в непосредственной близости.

Ответственность за охрану лесов возлагается на должностных лиц и определяется их должностной инструкцией. Ответственность за соблюдение правил пожарной безопасности в лесах возлагается на всех граждан, достигших совершеннолетнего возраста.

На органы лесной охраны возлагаются обязанности выявления и учета лесных пожаров, профилактики и борьбы с ними, предъявления штрафных санкций к нарушителям правил пожарной безопасности в лесах. Для эффективной охраны лесов и борьбы с пожарами в густонаселенных районах, имеющих разветвленную сеть дорог и большие массивы хвойных лесов, созданы пожарно-химические станции (ПХС), оснащенные средствами пожаротушения, транспорта и связи. ПХС являются специализированными лесопожарными подразделениями лесохозяйственных предприятий.

Существуют 3 типа ПХС:

ПХС-1. Включает команду из 6-12 пожарных оснащена пожарной цистерной, грузовой машиной, переносными малогабаритными мо-

топомпами, ранцевыми огнетушителями, легким механическим и ручным противопожарным инвентарем, средствами связи. Станция обычно обслуживает территорию лесничества, реже - лесхоза.

ПХС-2. Команда из 20-30 человек. 2 автоцистерны, вездеходы, бульдозеры и тракторы с почвообрабатывающими орудиями, мотопомпы высокой производительности, противопожарный инвентарь и средства связи. Функционирует в рамках одного или нескольких смежных лесхозов.

ПХС-3. Мощное, хорошо оснащенное подразделение межхозяйственного и регионального значения.

Основная работа на ПХС осуществляется в пожароопасный период, регламентация работы зависит от степени пожарной опасности в лесах на текущий момент.

Важнейшим структурным звеном лесоохраны являются пожарные авиабазы, работающие по договорам с лесохозяйственными предприятиями - держателями лесного фонда. Авиабазы арендуют авиатехнику в местных подразделениях авиапредприятий.

Основной задачей авиабаз является своевременное обнаружение пожаров, передача информации наземным службам, при необходимости - ликвидация пожаров на обслуживаемой территории силами своих профессионалов-пожарных. В зоне авиапатрулирования осуществляется не только контроль за состоянием лесного фонда, но и передача информации о лесных пожарах; в зоне авиалесоохраны предусмотрена также их ликвидация своими силами.

Профессиональные лесные пожарные - это летчики-наблюдатели, парашютисты и десантники. Задачей летчиков-наблюдателей является обнаружение лесного пожара, его разведка, передача информации наземным службам. Парашютисты и десантники непосредственно ликвидируют пожар. При этом десантники, в отличие от парашютистов, спускаются на землю с зависшего вертолета, используя специальное устройство.

Функциональные задачи службы охраны лесов от пожаров. Разрушительное действие огня в лесу вызывает необходимость создания четкой системы охраны лесов от пожаров. Масштабы и функциональная структура этой системы определяются уровнем ее материального развития и уровнем научно-технических разработок в области охраны лесов от пожаров.

В настоящее время эта структура включает в себя (рисунок 3):

- предупреждение пожаров;
- обнаружение и разведку лесных пожаров;

- борьбу с пожарами;
- ликвидацию последствий пожаров.

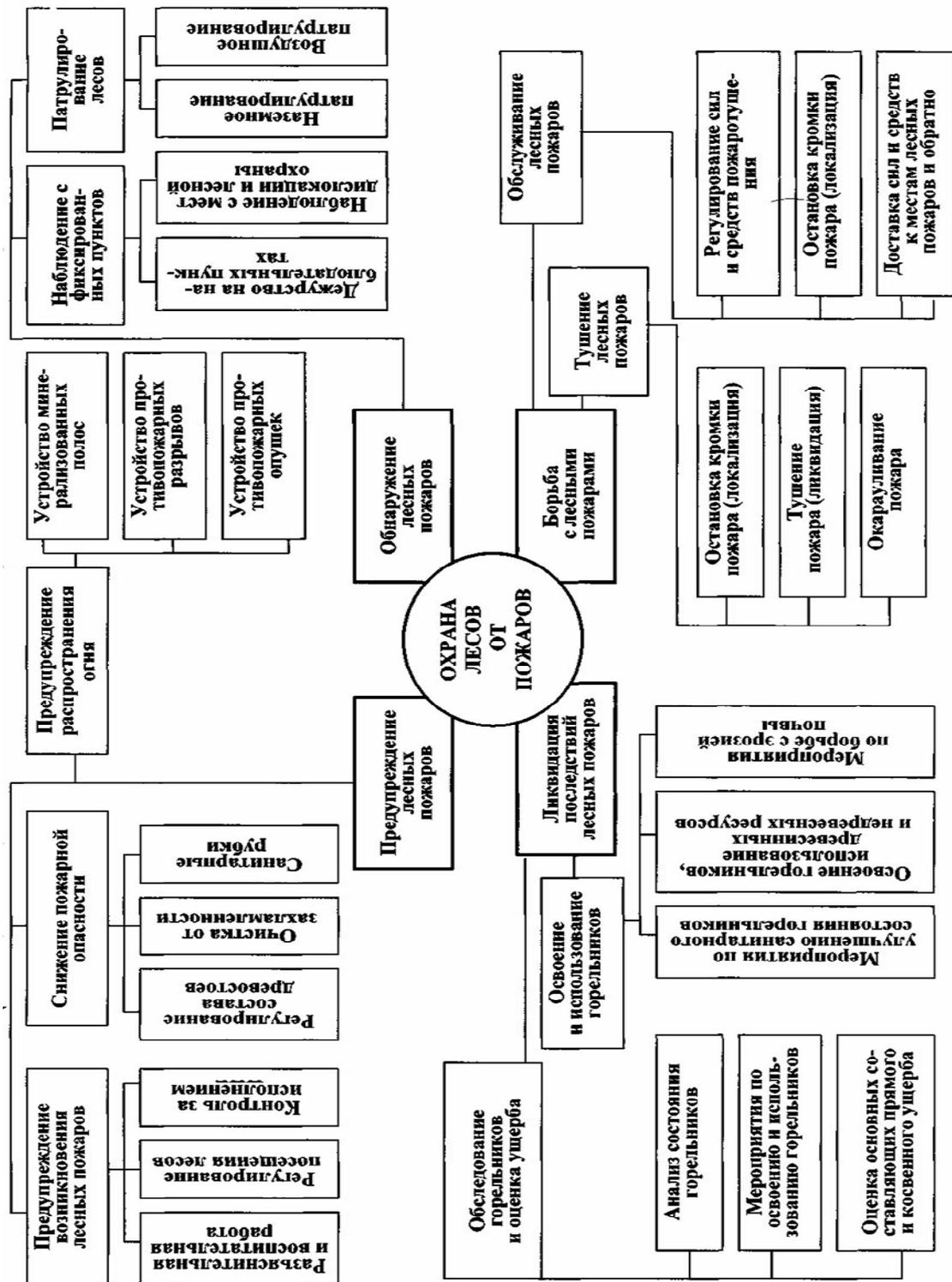


Рисунок 3 – Функциональная структура системы охраны лесов от пожаров [7]

Предупреждение лесных пожаров включает:

- предупреждение их возникновения (разъяснительная работа среди населения и в организациях, связанных с лесом, регулирование посещаемости лесов при особо опасной обстановке, контроль за соблюдением правил пожарной безопасности при работах в лесу);
- снижение пожарной опасности в лесах (регулирование состава лесов, очистка мест рубок, своевременное проведение санитарных рубок);
- предупреждение распространения огня в лесу (создание минерализованных полос, противопожарных разрывов и опушек).

Обнаружение и разведка пожаров - это наблюдение с наблюдательных пунктов (вышки и мачты с наблюдателем или оборудованные телекамерой); патрулирование - наземное (сухопутное и водное), воздушное (самолет, вертолет, мотодельтаплан и т.п.); разведка пожаров наземная или с воздуха.

Борьба с лесными пожарами включает тушение (остановка кромки огня, локализация, дотушивание, окарауливание) и обслуживание тушения (доставка сил и средств).

Ликвидация последствий лесных пожаров - это обследование гарей, оценка их состояния, оценка прямого и косвенного ущерба, проведение мероприятий по восстановлению лесов на гарях.

Для **прогноза пожарной обстановки** на ближайший период и определению мер по снижению горимости лесов, и планирования противопожарных мероприятий (рисунок 4) органами лесного хозяйства и МЧС проводится анализ горимости лесов. Результаты его дают ответы на вопросы: **где, когда, почему и в каких количествах** возникали лесные пожары.

В пределах лесхоза за последние 10-15 лет устанавливают число дней с пожарами, среднее и максимальное количество пожаров в один день пожароопасного сезона, продолжительность и время пожарных максимумов и пиков горимости лесов.

По информации о распределении пожаров по территории лесного фонда выясняются условия, предпосылки и причины возникновения лесных пожаров и их концентрация в определенных местах.

Определяется динамика возгораний в зависимости от погодных и природных условий, дней недели в последние годы анализируемого периода, выявляется эффективность работы пожарных служб.

При выделении пожарных максимумов по лесхозу их продолжительность дают с точностью в одну декаду, а периоды пожарных пиков - с точностью в одну пятидневку.

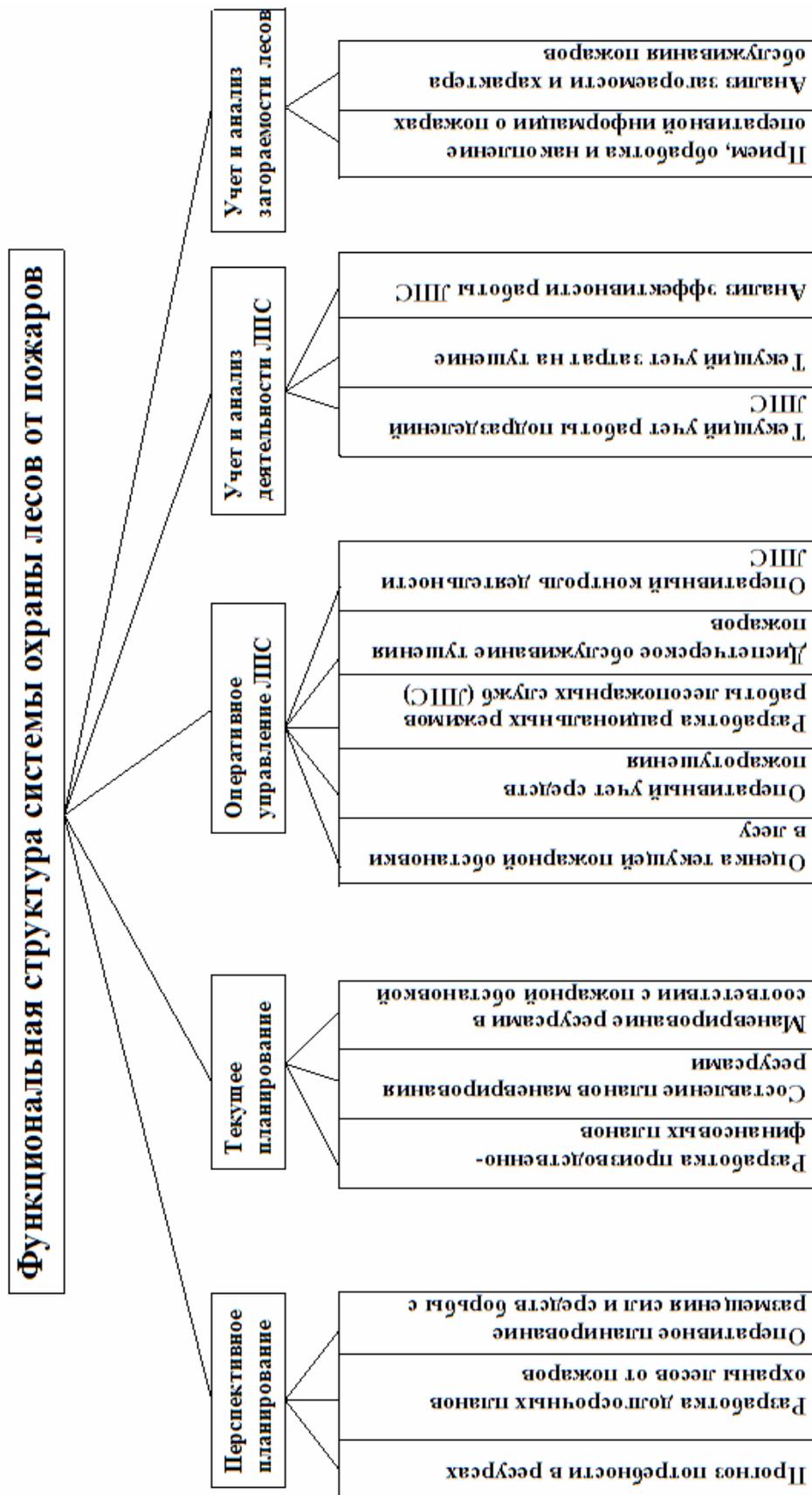


Рисунок 4 – Система планирования противопожарных мероприятий [7]

Для *анализа сезонной динамики горимости лесов*, по каждому лесному пожару используются следующие данные:

- субъект хозяйствования, лесхоз, лесничество, квартал, выдел;
- принадлежность лесов, их категория;
- источник, дата и время получения информации о пожаре;
- дата, день недели, время и способ обнаружения пожара;
- площадь пожара на момент обнаружения, га;
- класс пожарной опасности по погоде в этот день;
- причина пожара (при возможности ее установления);
- дата тушения, локализации и ликвидации пожара;
- расстояние до населенного пункта и транспортных путей, км;
- площадь, пройденная пожаром, га;
- преобладающая древесная порода на участке пожара;
- характеристика напочвенного покрова;
- класс пожарной опасности по природным условиям;
- применявшиеся средства тушения;
- стоимость тушения, тыс. руб.;
- общий ущерб, тыс. руб.

Сведения о зарегистрированных лесных пожарах получают из книг учета лесных пожаров по лесхозу, актах о лесных пожарах, ведомостях лесных пожаров по авиаотделениям.

На основе полученных данных о среднегодовом количестве лесных пожаров и их частоте (в разрезе лесничеств) и отметок мест пожаров на карте-схеме лесхоза выделяются места концентрации пожаров - *центры горимости лесов*. Они представляют собой территорию лесного фонда одного или нескольких лесничеств, среднегодовая частота пожаров в которых превышает средний показатель по лесхозу. Центры горимости выделяют на картах-схемах крупным пунктиром красного цвета.

Аналогично определяют центры горимости лесов на территории лесного фонда одного или нескольких лесхозов, среднегодовая частота пожаров в которых больше среднего показателя по области.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое предупреждение лесных пожаров?
- 2 Что такое обнаружение и разведка пожаров?
- 3 Что такое борьба с лесными пожарами?
- 4 Что такое ликвидация последствий лесных пожаров?

Лабораторная работа

Цель: определение составляющих элементов системы охраны лесов от пожаров и характеристика их функционирование.

Материалы и оборудование: нормативные документы по организации противопожарных действий.

Ход работы

1 На основе основных положений темы и нормативных документов охарактеризовать составляющие элементы системы охраны лесов в Беларуси.

2 На основе основных положений темы и нормативных документов охарактеризовать состав действий лесопожарных служб по предупреждению, обнаружению, локализации и борьбе с лесными пожарами.

Тема 2 Процесс возникновения лесных пожаров

1 Структура и теплотворная способность лесных горючих материалов (ЛГМ)

2 Распределение тепловой энергии в процессе горения лесных горючих материалов

Основные понятия по теме

Структура и теплотворная способность лесных горючих материалов (ЛГМ). Объектом горения в лесу являются биогеоценозы, имеющие пространственную структуру и большое разнообразие слагающих их компонентов: живой напочвенный покров, опад, подстилку, подрост, подлесок, древостой, торф. Масса компонентов биогеоценоза зависят от возраста, полноты древостоев, типа лесорастительных условий, климатических и других факторов. В процессе горения одновременно с образованием продуктов сгорания выделяется тепловая энергия, количество которой зависит от массы, влажности и состава горючих материалов.

Различают надземные, наземные и подземные лесные горючие материалы. Такое подразделение связано со структурным распреде-

лением органического вещества — потенциального объекта горения в лесном фитоценозе.

По характеру горения материалы группируют по 3 категориям (по Н. И. Курбатскому):

а) **проводники горения** - наиболее восприимчивые к огню материалы, которые обеспечивают продвижение пламени по земной поверхности или кронам древесных растений. Этот класс включает отмершие стебли, опад хвой и мелких частей растений, слаборазложившуюся подстилку, лишайники, отмершие зеленые мхи;

б) **поддерживающие горение** - сухостойные деревья, валежник, пни, мертвые корни, сучья и вершинки деревьев, лежащие на земле, кустарнички, самосев и подрост хвойных пород, мхи-гигрофиты при пониженной влажности;

в) **задерживающие горение** - травы - представители широколиственной, кустарники, подрост и деревья лиственных пород, мхи-гигрофиты при повышенной влажности).

Основная часть горючих материалов представлена древесиной, на долю которой приходится 90 % от всей фитомассы леса.

При лесном пожаре горят различные компоненты горючего материала при самом разнообразном их сочетании и влажности. Поэтому для решения задач по пожаротушению необходимо знать суммарную теплотворную способность всего комплекса горючих материалов того или иного типа леса.

Различают высшую и низшую теплотворную способность. Высшая теплотворная способность Q_v определяется количеством тепловой энергии, которая выделяется при полном сгорании 1 кг горючего вещества в абсолютно сухом состоянии. Низшая теплотворная способность Q_n определяется количеством тепловой энергии, выделяющейся при полном сгорании 1 кг горючего вещества во влажном состоянии.

За единицу теплотворной способности принят джоуль, равный количеству теплоты, которое необходимо для нагревания 1 кг воды на 1°C в пределах температур от 14,5°C до 15,5°C.

Теплотворную способность Q кДж/кг различных горючих материалов определяют с помощью калориметров или по формулам:

$$Q_v = (34200 \cdot C + 143400 (H - O/8)) / 100 \quad (1)$$

$$Q_n = 339 \cdot C + 1031 \cdot H - 109 \cdot O - 25 \cdot W \quad (2)$$

где C , H , O , W — содержание углерода, водорода, кислорода, влаги в % в горючем материале.

Распределение тепловой энергии в процессе горения ЛГМ. Над лесными пожарами всегда образуется дымовая колонна. Она представляет собой смесь мелкодисперсных частиц углерода и водяного пара в смеси с другими газами. Даже при сильном горении часто не сгорает 10...20 % горючих материалов, что приводит к уменьшению их теплотворной способности.

Горение органических материалов на открытом воздухе происходит обычно при температуре 1000...1200°C. Это объясняется тем, что при возникновении очага горения начинается рассеивание теплоты в окружающее пространство. В результате устанавливается свой температурный режим, обусловленный динамическим равновесием выделяемой теплоты рассеивания.

Рассеивание теплоты от источника горения происходит в виде: теплового излучения (лучеиспускания); конвекции (с током газов); теплообмена, рисунок 5. По мере поднятия продуктов сгорания над поверхностью горения температура их падает от уровня 900-1000 град: на высоте 10м до -40 -50 град; на 20м до - 20-22 град на 50 м.

Нижняя сторона пламени при пожаре распространяется на подстилку и напочвенный покров, которые поглощают приходящую радиацию и трансформируют ее в теплоту, идущую на прогрев и высушивание очередных порций горючего материала. Значительная часть тепловой энергии, сосредоточенной в газах, направлена вверх. Конвекцией уносится в атмосферу 70-80% энергии. Почва при пожарах прогревается мало, до 100-120 град. Сырая подстилка при этом остается несгоревшей. Выделяющаяся при горения тепловая энергия по усредненным данным распространяется в виде: конвекции (75 %); теплового излучения (18 %); воздушного теплообмена (3 %); теплообмена с почвой (4 %).

Вопросы для самоконтроля

1 Дайте характеристику и приведите классификацию лесных горючих материалов.

2 Что такое теплотворная способность и как она изменяется у ЛГМ?

3 Как изменяется масса горючих материалов и количество аккумулированной тепловой энергии в насаждениях в зависимости от их возраста и типов лесорастительных условий?

Лабораторная работа

Цель: определение теплотворной способности ЛГМ в различных типах леса и потоков рассеяния тепла по составляющим.

Материалы и оборудование: данные замеров параметров ЛГМ, калькуляторы.

Ход работы

1 На основе данных массы, влажности ЛГМ, содержания химических элементов (таблица 1,2) и используя формулы 1 и 2 рассчитать количественно суммарную тепловую энергию, выделяющуюся при низовых пожарах в трех повторностях.

2 Используя усредненные данные рассеяния рассчитать распределение потоков рассеивания ее в пространстве для трех повторностей и привести в виде рисунка.

3 Полученные данные привести аналогично форме таблицы 3 и провести ее анализ.

Таблица 3 - Данные расчетов теплотворной способности горючих материалов и величин потоков рассеяния тепла при лесном пожаре

ЛГМ по типам леса (для трех вариантов задания)	Теплотворная способность, кДж			
	высшая		низшая	
	на 1 кг	на га	на 1 кг	на га
Рассеивание тепла по потокам:				
конвенция				
тепловое излучение				
воздушный и почвенный теплообмен				

Таблица 1 - Масса горючих материалов в различных типах леса

Варианты	Характеристика объектов	Возраст	Компоненты									
			Подрост		Подлесок		Живой напочвенный покров		Опад		Лесная подстилка	
			Кг/Га	Влажность	Кг/Га	Влажн.	Кг/Га	Влажность	Кг/Га	Влажность	Кг/Га	Влажность
1	С.лиш, П-0,6	70	31	52	48	58	18	53,0	2800	16	11200	20,0
2	С.лиш, П-0,6	15	10	50	-	-	16	36	1350	15	4500	22
3	С.лиш, П-0,6	65	31	45	48	52	18	50	2300	14,0	10000	15,0
4	С.лиш, П-0,6	15	-	-	-	-	16	30	1300	17	4500	20
5	С.вереск, П-0,6	50	58	53	50	52	154	49	1420	17	12400	25
6	С.вереск, П-0,5	80	181	53	220	53	380	49	1560	19	19650	28
7	С.вереск, П-0,6	45	65	50	50	50	140	45	150	15	13400	25
8	С.вереск, П-0,5	75	170	51	200	54	350	42	1500	15	19500	23
9	С.брус П-0,8	40	45	53	55	52	454	50	3150	18	15820	28
10	С.брус П-0,8	35	40	51	50	55	440	47	3050	17	15000	24
11	С.брусн.,П-0,6	65	190	50	260	47	530	49	2770	18	13000	25
12	С.брусн.,П-0,6	70	201	52	265	52	538	50	2970	18	16390	28
13	С.мшист.П-0,6	15	23	53	50	52	52	49	1640	16	6240	32
14	С.мшист.П-0,8	30	30	52	65	52	260	48	2100	19	23300	37
15	С.мшист.П-0,7	80	230	52	280	52	620	50	2930	20	28500	39
16	С.мшист.П-0,6	20	20	55	45	52	48	50	1540	16	6000	30
17	С.мшист.П-0,8	25	25	57	55	49	250	45	2000	15	23000	33
18	С.мшист.П-0,7	75	170	52	230	50	520	43	2730	13	25500	32
19	С.орляк.П-0,7	20	26	52	38	52	299	50	3120	21	30640	38
20	С.орляк.П-0,7	15	40	50	30	54	269	47	3020	20	28640	34
21	С.орляк.П-0,8	45	180	45	270	55	390	45	2700	17	32050	29
22	С.орляк.П-0,8	50	252	52	303	52	395	50	3190	20	32250	38
23	С.чернич.П-0,8	40	211	52	150	52	421	51	3250	29	42350	43
24	С.чернич.П-0,7	70	830	52	381	52	940	52	3190	29	45670	49
25	С.чернич.П-0,8	35	190	51	120	57	400	50	3200	25	42050	40
26	С.чернич.П-0,7	65	730	55	300	52	920	56	3000	25	42670	45
27	С.долгом.П-0,6	30	25	53	43	52	651	52	2520	35	48350	53
28	С.долгом.П-0,7	70	94	53	231	52	700	52	2330	38	50630	55
29	С.сфагн.П-0,5	50	-	-	40	53	540	54	1480	40	34500	67
30	С.сфагн.П-0,5	90	10	53	55	52	745	53	1570	41	48750	67

Таблица 2 - Содержание химических элементов (%) в различных ЛГМ

Горючие материалы	Содержание в % на кг. абс. сух вещ-ва				
	С	Н	О	N	зола
Древесина сосны	50,8	6,3	42,5	0,1	0,3
Древесина березы	50,2	6,2	43,0	0,2	0,4
Хвоя сосны	53,1	6,2	36,3	1,3	3,1
Хвоя ели	53,0	6,2	37,2	1,2	2,4
Вереск	52,4	6,1	37,2	1,0	3,3
Подлесок	50,0	6,1	39,4	1,4	3,1
Подрост сосны, ели	50,0	6,2	40,2	1,1	2,5
Лесные травы	45,0	6,5	42,0	1,5	5,0
Опад	49,2	6,2	40,2	1,2	3,2
Лесная подстилка	46,7	6,4	38,6	1,3	7,0
Живой напочвенный покров	49,8	6,2	36,9	2,6	4,5
Торф	51,4	5,4	31,0	2,2	10,0



Рисунок 5 – Схема рассеивания энергии при лесном пожаре

Тема 3 Мониторинг пожарной опасности в лесу

- 1 Пожароопасные сезоны и их географическая изменчивость
- 2 Система шкал пожарной опасности (по В. Г. Нестерову, Н. А. Диченкову, ГМЦ).
- 3 Регламент действий лесопожарных служб

Основные понятия по теме

Пожароопасные сезоны и их географическая изменчивость. Под мониторингом пожарной опасности в лесу понимается слежение, наблюдение за характером возникновения и распространения лесных пожаров, их пространственными и временными параметрами.

Пожары в лесу обусловлены особенностями местности. Для них, как и для лесной растительности, характерна географическая зональность. В пределах определенной лесоклиматической зоны вероятность возникновения и развития лесного пожара тесно связана с типом ландшафта, почвенными и гидрологическими условиями местности, характером лесной растительности, ее составом и структурными особенностями.

Географическая изменчивость характеристик лесных пожаров обусловлена:

- ***климатическими особенностями (сезонность лесных пожаров);***
- ***типом растительности и типом лесорастительных условий (различия в горимости лесов);***
- ***послепожарными изменениями в лесу (пирогенные сукцессии).***

В лесах Европы, Северной Азии и Северной Америки пожары происходят в весенне-летний и летне-осенний периоды. Для стран с засушливой и достаточно теплой зимой характерны зимние пожары. Такие пожары часты в Африке, Австралии, Юго-Восточной Азии, в Центральной и Южной Америке.

В северном полушарии лесные пожары в основном возникают в весенне-летний и летне-осенний периоды, когда отсутствует снежный покров и наблюдается снижение влажности в атмосфере.

В приэкваториальных районах влажных тропических лесов, где выпадает до 4000 мм и более осадков в год, сухого периода не бы-

вают пожарная опасность выражена слабо или вообще не проявляется. При удалении от экватора к тропикам бездождевые периоды проявляются все четче и появляется опасность возникновения пожаров; Так, в Африке в районе Того (0°12' северной широты) при общем годовом количестве осадков около 1400 мм в отдельные месяцы выпадает только 20-30 мм осадков, а в районе Конакри (столицы Того; 9°4' северной широты) при годовом количестве осадков до 4800 мм с января по март осадков не бывает и ярко прослеживается пожарная опасность. В эти месяцы пожары наблюдаются в лесах Австралии, Индии, Африки, Южной и Центральной Америки. Данные статистики подтверждают связь лесопожарных сезонов с географической широтой, а в отдельных районах и с долготой. Так, на крайнем западе Африки в районе экватора резко выражен летний (июнь-август) пожароопасный сезон, сумма осадков за который составляет всего лишь 1 % годового количества.

Исходя из климатических условий, характера лесов, материалов пожарной статистики И.С. Мелеховым составлена, карта сезонов горимости в разных частях земного шара. Она показывает распределение лесопожарных сезонов на всем Земном шаре.

Началом пожароопасного сезона в лесной зоне является момент полного схода снежного покрова. Колебания погодных условий в разные годы приводят к изменению сроков наступления пожароопасных сезонов. Вследствие выпадения осадков и разрастания почвенного покрова в течение пожароопасного сезона изменяется пожарная опасность. Появление в конце весны обильного травяного покрова сдерживает возникновение и распространение пожаров, а отмирание его осенью повышает горимость. В пределах пожароопасных сезонов выделяются пожароопасные и непожароопасные периоды.

Продолжительность пожароопасных сезонов в лесной зоне колеблется в широких пределах и в основном определяется показателями климата. В южных районах пожароопасный сезон раньше начинается и позже заканчивается, в северных позже начинается и раньше заканчивается. На основе анализа горимости лесов И.С. Мелехов территорию Восточной Европы разделил на четыре пояса а для каждого из них установил сроки наступления и окончания пожароопасных сезонов. В последующие годы Г.А. Макеев выполнил такую работу для азиатской части РФ и подтвердил правильность выделения лесопожарных поясов И.С. Мелеховым, рисунок 6.

Граница первого лесопожарного пояса проходит по широте 50° (приблизительно на широте г. Киева). Поясу характерны мартовские и апрельские пожары. Продолжительность пожароопасного сезона в пределах Восточной Европы 185 и более дней.

Второй лесопожарный пояс простирается от 50 до 55° северной широты. Он характеризуется апрельскими пожарами и продолжительностью пожароопасного сезона 160-185 дней.

Третий пояс находится в пределах $56-59^{\circ}$ северной широты, для него характерны майские пожары. Продолжительность пожароопасного сезона 138-160 дней.

четвертый пояс расположен за 59° северной широты и характеризуется майско-июньскими пожарами. Продолжительность пожароопасного сезона здесь 80-135 дней.

Линии соединяющие точки с одинаковой продолжительностью пожароопасного сезона или другими пирологическими показателями показателями, называются изопирами.

По мнению И.С.Мелехова и Г.Л.Макеева, предложенная схема лесопожарных поясов не одинаково точна для всех регионов страны. Это связано с влиянием метеофакторов, удаленностью от водных бассейнов, рельефом местности, составом лесов, чередованием сухих и влажных многолетних периодов и другими условиями

В рамках пожароопасного сезона выделяют **пожароопасные и непожароопасные периоды**. Последние связаны с различными фазами вегетации растительности или активным выпадением осадков, препятствующих возгоранию и распространению огня. Так, с момента схода снега и до появления травянистой растительности весьма велика вероятность возгорания прошлогодней сухой травы. По мере развития травяного покрова пожары прекращаются, возобновляясь, как правило, уже в период летней засухи. В целом, распределение лесных пожаров по месяцам пожароопасного сезона очень неравномерно. Для характеристики его особенностей употребляют термин "пожарный максимум". Пожарный максимум - это период пожароопасного сезона, в течение которого количество лесных пожаров превышает среднее за сезон. Этот период нередко включает 3-4 месяца с различным числом пожаров. Поэтому выделяют также период "пожарного пика" - месяц или близкий по продолжительности отрезок времени, в течение которого пожаров возникает больше, чем в предыдущий и последующий месяцы.

В лесной зоне пожароопасный сезон длится обычно с апреля по октябрь. Длительность пожароопасного сезона зависит от широты

местности и особенностей климата: на севере его продолжительность меньше (около 80 дней), на юге - больше (до 185 дней). В зависимости от особенностей климата выделяют 4 пожароопасных пояса:

- 1 пояс (юг лесной зоны) - начало пожароопасного периода приходится на середину апреля;
- 2 пояс (центральная часть лесной зоны) - начало мая;
- 3 пояс (север лесной зоны) - середину мая;
- 4 пояс (лесотундра) - начало июня.

По мере удаления от морей и крупных озер, в районах с более континентальным климатом изменяется динамика горимости лесов. Как правило, в приморских районах из-за повышенной влажности воздуха опасность летних пожаров заметно меньше, чем на удаленных от акваторий территориях.

Пожароопасный сезон в Беларуси устанавливается с началом схода снежного покрова и наступлением положительных среднесуточных температур воздуха. Интенсивное подсушивание напочвенных лесных горючих материалов происходит после устойчивого перехода среднесуточных температур через $+5^{\circ}\text{C}$ при отсутствии осадков. Начало массовых возгораний приходится на дни перехода среднесуточных температур воздуха через $+5$ и $+10^{\circ}\text{C}$.

По данным Н. А. Диченкова, протяженность пожароопасных сезонов в Беларуси увеличивается с севера на юг. В северной части республики на 55° северной широты средняя протяженность пожароопасного сезона составляет 142 дня, а в южной части на 52° – 179 дней, рисунок 6.

Помимо сезонной, выделяют также *суточную периодичность* лесных пожаров. Чаще всего пожары возникают во второй половине дня, когда воздух хорошо прогрет и его влажность минимальна. Около 70% лесных пожаров возникает между 12 и 17 часами по местному (декретному) времени. Из-за изменения влажности лесных горючих материалов в зависимости от времени суток скорость распространения и интенсивность пожаров бывает различной, во второй половине дня пожары распространяются в несколько раз быстрее, чем ночью или ранним утром, когда понижается температура, повышается влажность воздуха и горючего материала, выпадает роса. Ночью лесные пожары практически не возникают.

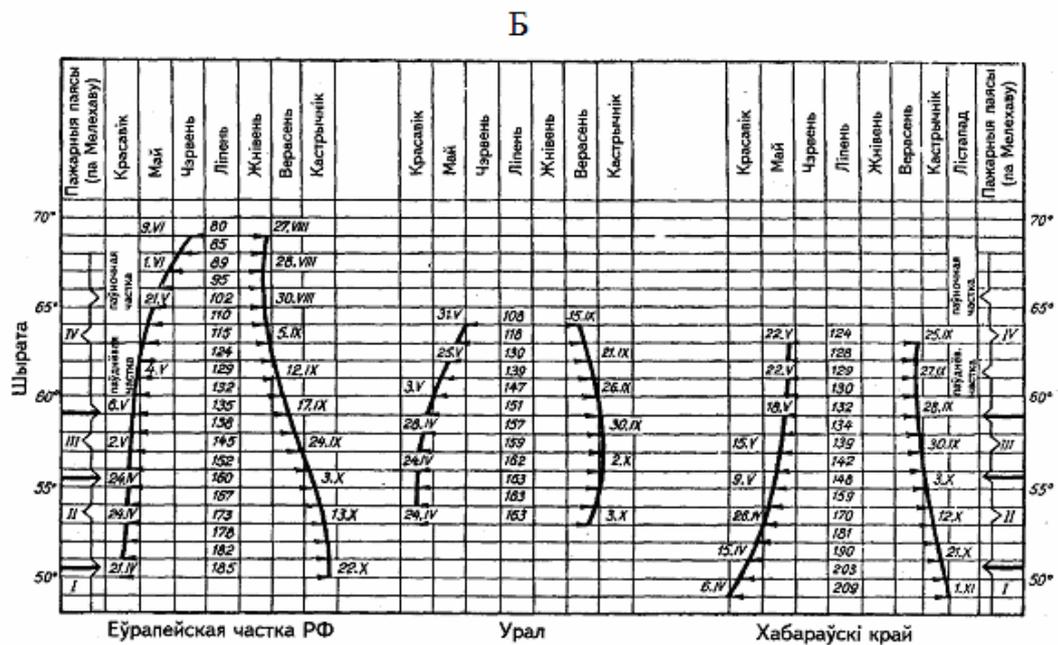
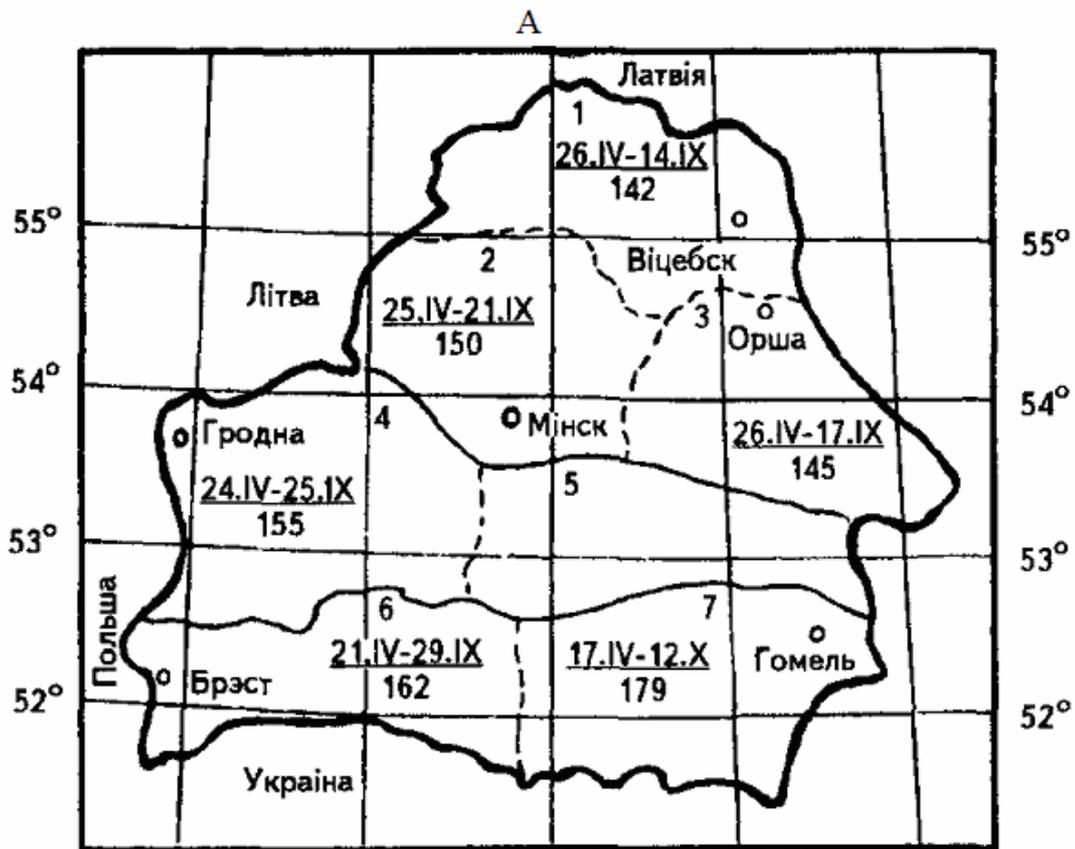


Рисунок 6 – Сроки и продолжительность пожароопасных сезонов по лесорастительным зонам Беларуси (А) и районам РФ (Б).[7,3]

Например, суточная динамика случаев лесных пожаров в Беларуси в 1971-1984 гг. была следующая;

до 9 ч - 1,2 %, 9-10 ч - 3,3, 11-12 ч – 6,8,
13-14 ч - 22,6, 15-16 ч-30,9, 17-18 ч - 22,7,
19-20 ч- 9,0 21-22 ч-3,5%.

Самое критическое время возникновения пожаров с 13 до 10 ч. Отмечено, что дневная динамика лесных пожаров связана с дневной активностью человека.

Система шкал пожарной опасности (по В. Г. Нестерову,

Н. А. Диченкову, ГМЦ). Пожарная опасность, в лесу зависит от многих факторов, среди которых наибольшее значение имеют погодные.

Для оценки пожарной опасности в лесу по условиям погоды используются формулы и соответствующие шкалы, предложенные В.Г.Нестеровым, Гидрометеоцентром, и другими авторами.

Вычисление комплексного показателя начинается после схода снега, т.е. с наступлением пожароопасного периода, продолжается ежедневно и заканчивается осенью в конце пожароопасного периода.

Показатель пожарной опасности (ППО), предложенный В.Г.Нестеровым рассчитывается путем ежедневного суммирования (нарастающим итогом) произведения температуры воздуха t (по сухому термометру) на дефицит влажности воздуха d в 12 часов местного или 13 часов декретного времени по формуле:

$$ППО = \sum t \cdot d .$$

В дальнейшем автор предложил дефицит влажности определять по разности температуры воздуха и точки росы r и определять показатель по формуле:

$$ППО = \sum_1^n t(t - r)$$

Показатель Гидрометеоцентра (ГМЦ) определяется путем ежедневного суммирования (нарастающим итогом) произведения температуры воздуха на разность между температурой воздуха и точкой росы:

$$ППО_n = ППО_{n-1} \cdot K + t(t - r) ,$$

где $ППО_{n-1}$ - показатель на вчерашний день; K - коэффициент, учитывающий выпадение осадков за прошлые сутки; r - точка росы, °С.

Точка росы и дефицит влажности определяются по психрометрическим таблицам.

Ценностью этих способов является их простота и универсальность. Основным недостатком является то, что расчеты проводятся только один раз в сутки по данным базовых метеостанций без учета суточного изменения метеорологических показателей, состава и состояния ЛГМ.

При выпадении 2,6 мм осадков и более, значение комплексного показателя за предыдущие дни уменьшается до нуля, а затем вычисляется как обычно. Практика борьбы с лесными пожарами показала, что такого дождя не всегда оказывается достаточно для ликвидации пожарной опасности. Поэтому в показателе ГМЦ имеется коэффициент К, учитывающий количество ежедневно выпадающих осадков:

Осадки, мм	0	0,1-0,9	1-2,9	3-5,9	6-15,9	16 и более
К	1	0,9	0,6	0,4	0,2	0

Т.е. для полной ликвидации пожарной опасности количество выпавших в течение суток осадков должно быть не менее 16 мм. При меньшем количестве осадков пожарная опасность снижается, но не устраняется полностью.

В зависимости от значения комплексного показателя по шкалам В. Г. Нестерова или Гидрометеоцентра (ГМЦ) устанавливается класс пожарной опасности по условиям погоды и в соответствии с ним производится регламентация работы лесопожарных служб. В начале весны и в конце осени при длительной засухе через каждые 10 дней, независимо от значения вычисленного показателя и класса пожарной опасности, он повышается на один класс.

Прогнозирование пожарной опасности по шкале Н. А. Диченкова. В настоящее время на территории Республики Беларусь для оценки и прогнозирования пожарной опасности в лесу по условиям погоды Гидрометеоцентром используется разработанная Н.А.Диченковым шкала загоряемости лесов. Она позволяет определить срок возникновения пожара под пологом леса и класс пожарной опасности по условиям погоды. На территории РБ шкала загоряемости леса введена с апреля 1987 года.

Определение класса пожарной опасности (загораемости) лесов по условиям погоды проводится Гидрометеоцентром Беларуси на основе полученных данных со всех имеющихся в республике метеостанций. Показатель загораемости леса вычисляется по наблюдениям в 15 часов по местному времени, так как данные наблюдений в это время наиболее полно иллюстрируют температурно – влажностные условия суток. Комплексный показатель рассчитывается по показателям при сухом периоде за десять суток по формуле:

$$ПЗ = \left(\sum_1^n t(t - r) \right)$$

В случае выпадения осадков за прошедшие сутки более 2,5 мм, ее комплексный показатель списывается и на следующий день он будет равен показателю загораемости за этот день.

При установлении комплексного показателя загораемости количество выпавших осадков учитывается за прошедшие сутки (сумма за прошедшие день и ночь), а температура и точка росы берутся за текущий день.

по верхней строке при сумме выпавших осадков - 3-14 мм за прошедшие 10 суток; по средней строке - 15 -25; нижней - 26 мм и более.

Класс загораемости определяется по данным таблицы 4.

Таблица 4 — Шкала загораемости лесов на условиях погоды

Сумма осадков за 10 суток, мм	Классы загораемости (пожарной опасности)				
	I-полная незагораемость	II-слабая	III-средняя	IV-высокая	V-чрезвычайная
3 - 14	<150	151 - 500	501 - 4000	4001 - 10000	>10000
15 - 25	<250	251 - 600	601 - 4000	4001 - 10000	>10000
26 и более	<350	351 - 700	701 - 4000	4001 - 10000	>10000

Краткосрочный (до 3-х дней) прогноз загораемости лесов по областям и районам в виде изолиний различной окраски по классам пожарной опасности наносятся на синоптические карты и передается органам лесного хозяйства.

Представленные сведения являются основой для лесохозяйственных предприятий по принятию необходимых мер предупрежде-

ния возникновения и распространения пожаров и регламентации работы лесопожарных служб.

Первый учет загораемости проводят после устойчивого схода снега.

Сумма осадков за прошедшие десять суток подсчитывается только в тех случаях, если в прошедшие сутки выпало 2,6 и более мм осадков, при этом списывается комплексный показатель загораемости. В этих случаях класс загораемости находят по той строке шкалы, которая соответствует сумме выпавших осадков.

В последующие дни при установлении класса пожарной опасности пользуются данными этой строки до тех пор, пока не выпадет 2,6 мм и более осадков. Тогда снова подсчитывают количество осадков, которое выпало за прошедшее 10 суток, и в строке шкалы, которое соответствует полученному количеству осадков находят класс загораемости и так далее.

Для установления комплексного показателя загораемости Н. А. Диченков рекомендует использовать относительную влажность воздуха (W_{12}) в 12 часов и сумму осадков за прошедшие 10 суток. Расчет комплексного показателя проводится по формуле:

$$K = \sum_1^n (100 - W_{12}).$$

Класс пожарной опасности устанавливается по шкале таблицы 5.

Таблица 5 – Шкала загораемости (по данным Н. А. Диченкова)

Сумма осадков за 10 суток, мм	Классы загораемости (пожарной опасности)				
	I-полная не-загораемость	II-слабая	III-средняя	IV-высокая	V-чрезвычайная
10 (3 – 14)	<30	31 – 150	151 – 800	801 – 2000	>2000
20 (15 – 25)	<50	51 – 180	181 – 830	831 – 2030	>2030
26 и более	<60	61 – 200	201 – 850	851 – 2050	>2050

Регламентация работы лесопожарных служб. При выполнении противопожарных мероприятий лесохозяйственные и другие предприятия, которые работают в лесу, должны использовать карты ЛГМ, месячные и периодические прогнозы пожарной опасности в

лесах, использовать сведения о наиболее небезопасных метеорологических явлениях, показания приборов, а также полученные от Гидрометеоцентра или от территориальных управлений гидрометеослужб ежедневные информационные карты метеорологических показателей и загораемости лесов.

На основе полученных данных определяется регламент действий лесопожарных служб, таблица 6. Он определяется требованиями по мониторингу и прогнозированию лесных пожаров по СТБ 1408-2003 (ГОСТ Р 22.1.09-99, РФ) и в укрупненном составе соответствует следующему:

Вопросы для самоконтроля

1 Какими показателями, определяется пожарная зрелость лесных горючих материалов, начало и конец пожароопасного сезона?

2 Как определить класс пожарной опасности по условиям погоды?

3 Какие существуют приборы для определения пожарной опасности?

4 Охарактеризовать работу лесопожарных служб при различных уровнях комплексного показателя.

Лабораторная работа

Цель: определение показателей пожарной опасности различными способами и регламентация состава работ лесопожарных служб.

Материалы и оборудование: данные замеров параметров окружающей среды, калькуляторы.

Ход работы

1. По данным учета метеорологических показателей (таблицы 7, 8) и приведенным формулам вычислить комплексный показатель по данным для пяти дней.

2 Определить класс пожарной опасности в лесу. На основе данных таблицы 6 для каждого дня или нескольких дней регламентировать работу лесопожарных служб.

Таблица 6 – Регламент действий лесопожарных служб [7,3]

Класс пожарной опасности	Комплексный показатель по В. Г. Нестерову	Комплексный показатель по ГМЦ	Регламентация работы лесопожарных служб
I – отсутствие пожарной опасности	До 300(РФ) До 400 (РБ)	До 250	Проводится патрулирование в местах огнеопасных работ. Эпизодические полеты в зону действующих пожаров. Пожарные команды тренируются, готовят снаряжение и пожарную технику или выполняют другие работы. Дежурство на ПНВ не проводится.
II – малая пожарная опасность	301-1000(РФ) 401-1000(РБ)	251-400	Проводится наземное патрулирование в лесах I и II классов пожарной опасности, в местах массового отдыха трудящихся с 11 до 17 ч. Авиапатрулирование через 1-2 дня, при наличии пожаров - ежедневно разовые полеты. Дежурство на ПНВ с 11 до 17ч. Пожарные команды в местах дежурства готовят снаряжение и пожарную технику или выполняют другие работы.
III – средняя пожарная опасность	1001-4000(РФ) 1001-3000(РБ)	401-960	Наземное патрулирование с 10 до 19 ч в лесах -I-III классов пожарной опасности. Авиапатрулирование 1-2 раза в течение дня с 10 до 17 ч. Дежурство на ПНВ с 10 до 19 ч, в пунктах приема донесений - с 10 до 17 ч. Средства пожаротушения приведены в готовность. По радио и телевидению периодически напоминает об осторожном обращении с огнем в лесу.
IV – высокая пожарная опасность	4001—10000(РФ) 3001-5000(РБ)	960-3000	Наземное патрулирование с 6 до 20 ч, авиапатрулирование - не менее 2 раз в день по каждому маршруту. Дежурство на ПНВ в течение светлого времени дня, в конторах лесхозов - до 24 ч, в пунктах приема донесений - с 9 до 20 ч. Пожарные команды, техника и средства пожаротушения - в полной готовности. По радио, с патрульных самолетов производятся 2-3-разовые напоминания об осторожном обращении с огнем в лесу.
V – чрезвычайная пожарная опасность	10001 и более(РФ) 5000 и более (РБ)	3001 и более	Лесная охрана мобилизована на охрану леса охрану лесов от пожаров. Наземное патрулирование - в течение светлого времени дня, в наиболее опасных местах - круглосуточно, авиапатрулирование - не менее 3 раза в день по каждому маршруту, в помощь лесной охране привлекаются пожарные команды. Дежурство на ПНВ - в течение светлого времени дня. Пожарные команды - в полной готовности к выезду на пожар. Максимально усилена противопожарная пропаганда. Временно запрещен въезд в лес транспорта, посещение леса населением. В лесхозах, лесничествах, обллесуправлениях и министерстве организовано круглосуточное дежурство ответственных работников.

Таблица 7 – Варианты задания для определения показателя по В. Г. Нестерову и ГМЦ

вариант	Дата учета	Температура воздуха в 12 час		Осадки за сутки, мм	вариант	Дата учета	Температура воздуха в 12 час		Осадки за сутки, мм
		воздуха	точка росы				воздуха	точка росы	
1	1.04	1,8	0,4		16	22.05	18,4	13,4	0,6
	2.04	6,9	2,4			23.05	14,8	12,1	8,6
	3.04	7,6	2,1			24.05	15,0	13,0	2,0
2	4.04	12,3	4,1		17	2.04	6,9	2,4	
	5.04	13,0	1,7			3.04	7,6	2,1	
	6.04	12,8	3,8			4.04	12,3	4,1	
3	7.04	13,4	3,4		18	5.04	15,1	1,7	
	8.04	15,1	1,7			6.04	14,8	3,6	
	9.04	14,8	3,6			7.04	13,3	2,7	
4	10.04	13,3	2,7		19	8.04	13,3	0,5	
	11.04	13,3	0,5			9.04	13,7	0,9	
	12.04	13,7	0,9			10.04	14,6	1,5	
5	13.04	14,6	1,5		20	11.04	15,6	2,5	
	14.04	13,8	4,8			12.04	18,4	0,9	
	15.04	15,6	2,5			13.04	8,8	4,7	
6	16.04	18,4	0,9		21	14.04	11,6	4,4	
	23.04	8,8	4,7			15.04	13,6	2,5	
	24.04	11,6	4,4			16.04	5,6	3,2	5,3
7	25.04	13,6	2,5		22	23.04	2,0	0,1	4,5
	26.04	5,6	3,2	5,3		24.04	13,5	5,9	
	27.04	2,0	0,1	4,5		25.04	15,3	7,0	
8	28.04	13,5	5,9		23	26.04	17,0	3,4	
	29.04	15,3	7,0			27.04	18,0	2,5	
	30.04	17,0	3,4			28.04	18,1	2,1	
9	1.05	18,0	2,5		24	29.04	21,4	4,6	
	2.05	18,1	2,1			30.04	20,9	6,5	
	3.05	18,4	0,7			1.05	20,4	4,6	
10	4.05	21,4	4,6		25	2.05	20,8	2,2	0,3
	5.05	20,9	6,5			3.05	7,1	1,5	6,2
	6.05	20,4	4,6			4.05	9,9	3,1	3,1
11	7.05	16,7	9,2	0,8	26	5.05	4,5	3,5	12,9
	8.05	20,8	2,2	0,3		6.05	6,3	4,7	0,4
	9.05	7,1	1,5	6,2		7.05	9,7	7,0	
12	10.05	9,9	3,1	3,1	27	8.05	10,7	9,3	2,1
	11.05	4,5	3,5	12,9		9.05	20,9	12,0	0,4
	12.05	6,3	4,7	0,4		10.05	20,6	9,8	
13	13.05	9,7	7,0		28	11.05	21,5	10,5	
	14.05	10,7	9,3	2,1		12.05	17,7	4,8	2,1
	15.05	20,9	12,0	0,4		13.05	15,8	3,3	0,4
14	16.05	20,6	9,8		29	14.05	16,9	8,8	
	17.05	21,5	10,5			15.05	21,8	10,0	1,2
	18.05	17,7	4,8	2,1		16.05	18,4	13,4	0,6
15	19.05	15,8	3,3	0,4	30	17.05	20,4	4,6	
	20.05	16,9	8,8			18.05	20,9	6,5	
	21.05	21,8	10,0	1,2		19.05	21,4	4,6	

Таблица 8 – Варианты задания для определения показателя по Н. А. Диченкову

Номер варианта	Дата учета	Температура воздуха		Влажность воздуха W ₁₂	Осадки за сутки, мм	Показатель по Диченкову		Регламентация работы лесопожарных служб
		воздуха	точка росы			с учетом точки росы	с учетом влажности воздуха	
1	1.04	1,8	0,4	70				
2	2.04	6,9	2,4	67				
3	3.04	7,6	2,1	78				
4	4.04	12,3	4,1	68				
5	5.04	13,0	1,7	58				
6	6.04	12,8	3,8	62				
7	7.04	13,4	3,4	59				
8	8.04	15,1	1,7	53				
9	9.04	14,8	3,6	56				
10	10.04	13,3	2,7	52				
11	11.04	13,3	0,5	78				
12	12.04	13,7	0,9	82				
13	13.04	14,6	1,5	50				
14	14.04	13,8	4,8	66				
15	15.04	15,6	2,5	60				
16	16.04	18,4	0,9	34				
17	23.04	8,8	4,7	51				
18	24.04	11,6	4,4	68				
19	25.04	13,6	2,5	43				
20	26.04	5,6	3,2	59	5,3			
21	27.04	2,0	0,1	59	4,5			
22	28.04	13,5	5,9	53				
23	29.04	15,3	7,0	56				
24	30.04	17,0	3,4	52				
25	1.05	18,0	2,5	50				
26	2.05	18,1	2,1	45				
27	3.05	18,4	0,7	42				
28	4.05	21,4	4,6	40				
29	5.05	20,9	6,5	43				
30	6.05	20,4	4,6	47				
31	7.05	16,7	9,2	65	0,8			
32	8.05	20,8	2,2	65	0,3			
33	9.05	7,1	1,5	70	6,2			
34	10.05	9,9	3,1	75	3,1			
35	11.05	4,5	3,5	81	12,9			
36	12.05	6,3	4,7	70	0,4			
37	13.05	9,7	7,0	65				
38	14.05	10,7	9,3	60	2,1			
39	15.05	20,9	12,0	60	0,4			
40	16.05	20,6	9,8	50				
41	17.05	21,5	10,5	50				
42	18.05	17,7	4,8	63	2,1			
43	19.05	15,8	3,3	58	0,4			

Тема 4 Предупреждение возникновения и распространения лесных пожаров

- 1 Приборы оценки пожарной опасности по условиям погоды
- 2 Причины возникновения лесных пожаров
- 3 Способы и средства создания противопожарных барьеров

Основные понятия по теме

Приборы для оценки пожарной опасности по погодным условиям. Для определения показателей горимости лесов помимо стандартных приборов, имеющих на метеостанциях, используют специальное оборудование. Простейшим вариантом такого оборудования являются индикаторные деревянные бруски, размером 2,2×1,2×45 см для хвойных и 6×0,3×45 см - для лиственных. Для оценки пожарной опасности в Австралии, Канаде используют дугласовую пихту, в США, Японии - из кипариса, липы японской. В лесах умеренной зоны бруски стандартного размера делают из липовой древесины. Их высушивают до воздушно-сухого состояния и взвешивают. Затем бруски укладывают на подставку из проволоки на высоте 10—25 см над поверхностью почвы и ежедневно взвешивают (в 16 ч). По разнице в весе брусков определяют влажность древесины. По соотношению влажности брусков и данных статистики возгорания лесов, получена шкала, которая используется для прогнозирования пожарной опасности, таблица 9

Таблица 9 – Соотношение влажности деревянных брусков с вероятностью загорания лесных горючих материалов

Влажность брусков, %	>25	19-25	14-18	11-13	8-10	2-7
Вероятность возгорания	Отсутствует	Весьма малая	Небольшая	Средняя	Большая	Очень высокая

Срок службы брусков – 1 год. Несмотря на простоту, данный метод дает достаточно хорошие результаты. Недостаток точности прогноза компенсируется возможностью вести измерения в условиях практически любого хозяйства.

В Эстонии для этой цели используется березовый шпон толщиной $1 \pm 0,2$ мм и весом 10 г. Шпон укладывается на землю (траву, мох) на открытых полянах на расстоянии 0,5 м от стволов толстых деревьев или пней со свободным доступом воздуха. Пожаров в лесу не бывает при весе индикаторного шпона:

летом – 10,5 г и более;

весной – 10,7 г и более.

В США для выявления влажности лесной подстилки в полевых условиях используется специальный щуп термометр, основными частями которого являются тростниковая палочка в бронзовой оболочке и шкала. Прибор заглубляется в землю и постоянно там находится. При высыхании почвы тростниковая палочка укорачивается и на шкале меняется класс пожарной опасности по погодным условиям.

Способ использования индикаторных брусков и шпона не дает достаточно полного представления о влажности ЛГМ и возможности возникновения лесных пожаров.

В Швеции для выявления степени пожарной опасности по совокупному влиянию осадков, температуры и влажности воздуха, солнечной радиации и ветра используют прибор, который автоматически показывает на шкале класс пожарной опасности.

М. А. Шэшуковым (РФ) разработан способ оценки пожарной опасности индикаторным прибором ИПЛ-2, принцип действия которого основан на измерении электропроводности материалов при различной влажности.

Прибор для автоматического определения класса пожарной опасности УСП-1 (указатель степени пожароопасности) был разработан Теплицыным в 1972 году. Он позволяет облегчить измерения и расчеты. Прибор УСП-1 состоит из двух стеклянных сосудов с общей воронкой и основанием. Сосуды сообщаются между собой через камеру с поплавковым клапаном. На внешней стороне сосуда нанесена шкала с указанием класса пожарной опасности на текущий день. Выпадающие осадки собираются в воронку и испаряются с поверхности фильтра. Вода в сосуде опускается до определенной отметки, по показаниям шкалы определяют класс пожарной опасности. Показания прибора снимают ежедневно в 12 часов дня.

Принцип устройства прибора показан на рисунке 7.

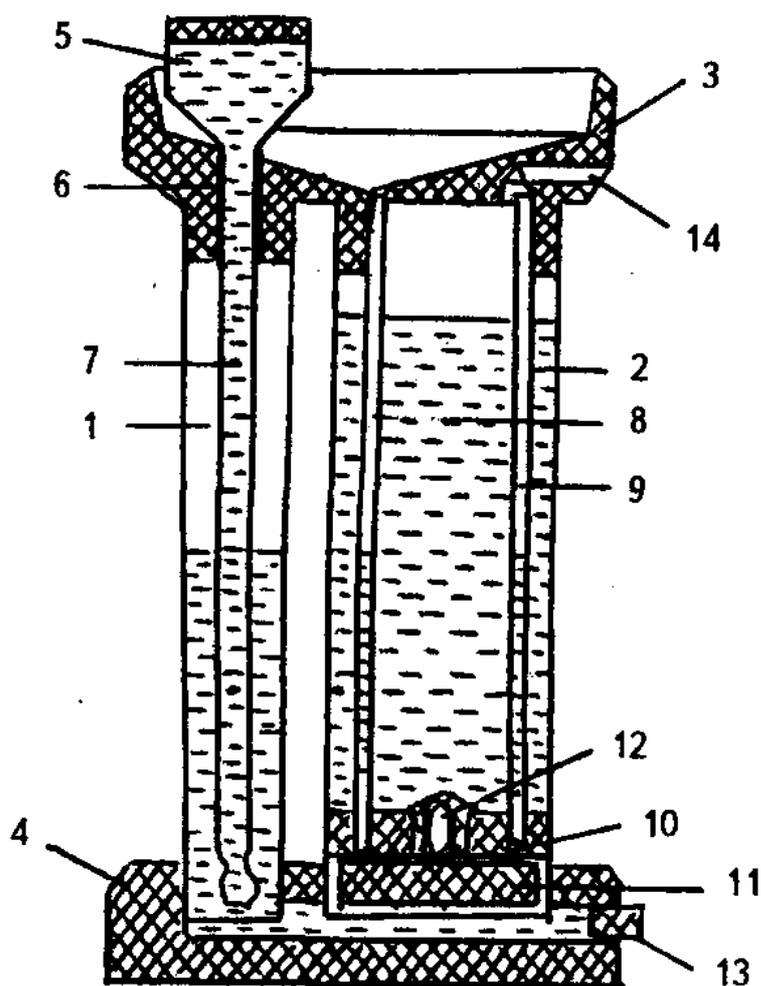


Рисунок 7 – Схема прибора УСП-1 [7]

Обозначения: 1,2 — стеклянные сосуды; 3 — общая лейка; 4 — основание лейки; 5 — обратная фильтрующая лейка; 6 — отверстие в большой лейке; 7 — хвостовик обратной фильтрующей лейки; 8 — сливная трубка; 9 — переливная трубка; 10 — запорная игла; 11 — поплавковый клапан; 12 — жиклер; 13 — пробка; 14 — корпус прибора.

Прибор состоит из двух стеклянных сосудов 1 и 2, которые имеют общую лейку 3, с основанием 4 и соединяются между собой через камеру с поплавковым клапаном 11, запорной иглой 10, жиклером 12 и пробкой 13. на внешней стороне сосудов нанесены шкалы, с помощью которых определяется класс пожарной опасности на текущий день.

Через квадратное отверстие 6 в большой лейке в сосуд 1 опускается почти до самого дна хвостовик 7 от обратной фильтрующей

лейки 5. Верхняя часть лейки покрыта фильтром из пористого стекла, через который в сосуд не поступает вода и воздух.

Лейка наполняется водой таким образом, чтобы под фильтром не осталось пузырьков воздуха. Испарение воды происходит с поверхности фильтра. Интенсивность испарения воды с фильтра и ЛГМ определяется одними и теми же метеорологическими факторами. По мере испарения воды в связи с уменьшением влажности воздуха и соответственно увеличением пожарной опасности уровень ее в малом сосуде опускается до нижней отметки. Когда засушливый период продолжается, начинается опускаться уровень воды в большом сосуде 2, потому что вода через поплавковый клапан поступает в сосуд 1. Учет дальнейших изменений показателя загораемости ЛГМ проводится по шкале, обозначенной на стенках большого сосуда.

Осадки, которые выпадают, собираются в лейке 3, стекают по трубке 8 в сосуд 1. При осадках интенсивностью 2,5 мм сосуд 1 заполняется полностью и на шкале будет нулевая величина комплексного показателя. Когда осадков выпадает меньше 2,5 мм сосуд 1 заполняется водой частично и величина показателя уменьшается. При выпадении осадков больше 2,5 мм излишек воды будет переливаться через трубку 9 в большой сосуд, а после его заполнения будет выливаться через сливное отверстие 14. Для приведения прибора УСП-1 в рабочее состояние с него снимают укрытие и устанавливают по отвесу на возвышении высотой 1,8 м. так чтобы на прибор не падала тень от окружающих предметов. Показания снимают ежедневно в 12 часов по местному времени.

Достоинством прибора является комплексность измерений, выполненных в рамках единого приборного блока. В Украине этот прибор рекомендован к использованию при мониторинге лесных пожаров.

В современной практике по мере активного развития информационных технологий все в большей степени используются системные устройства прогнозирования пожарной опасности. Первые электронные системы (электронные вычислители пожарной опасности) начали применяться в США. Прибор имеет шкалы, на которых выставляются показатели погодных условий на текущий день (относительная влажность и температура воздуха, скорость ветра и количество выпадающих осадков), а также указывается вегетативная фаза растительности. С помощью данного прибора определяют по-

казатель засухи, степень влажности горючих материалов и индекс скорости распространения огня.

Аналогичные электронные устройства могут объединяться в системные блоки, позволяющие централизованно обрабатывать информацию и давать прогноз развития пожароопасной ситуации на значительной по масштабам территории. Созданию подобных систем предшествовали автоматические системы типа «Datran-100» (Канада). Ими обеспечивалась передача метеоданных с периферийных метеостанций на главную, на которой полученная информация обобщалась и обрабатывалась. Достоинством таких разработок является их доступность и возможность эксплуатации в условиях конкретного хозяйства.

Внедрение в лесохозяйственную практику современных средств передачи информации (компьютеризация, интернет-технологии) привело к созданию совершенных и мобильных систем, включая системы прогнозирования пожарной опасности в лесах с учетом ГИС-технологий.

Причины возникновения лесных пожаров. Лесные пожары могут возникать от естественных источников (молния, самозагорание пластов каменного угля на обнажениях, самовозгорание торфа в местах нарушения его слоев, вулканическая деятельность). По вине человека (антропогенные факторы). Причины, связанные с антропогенными факторами, делятся на две группы:

1) причины, непосредственно связанные с лесным хозяйством (несвоевременная очистка лесосек, захламление леса в пожароопасных местах, плохая организация охраны и т.д.),

2) причины, непосредственно не связанные с лесным хозяйством (повышение опасности загораний леса вблизи шоссе и железных дорог, проведение геологических изысканий, гидротехнических мелиораций и т.д.).

В настоящее время используется следующая классификация причин возникновения пожаров:

- 1) сельскохозяйственные палы;
- 2) по вине лесозаготовителей;
- 3) по вине экспедиций;
- 4) по вине других организаций и предприятий;
- 5) по вине населения;
- 6) от грозных разрядов.

По мнению многих авторов, действующая система учета причин возникновения лесных пожаров не дает возможности детально ана-

лизировать их и принимать необходимые меры для предотвращения загораний. В связи с этим предпринимаются попытки по уточнению номенклатуры причин пожаров. В качестве основы И. В. Овсянников [7] предлагает следующую классификацию причин возникновения лесных пожаров, (рисунок 8).

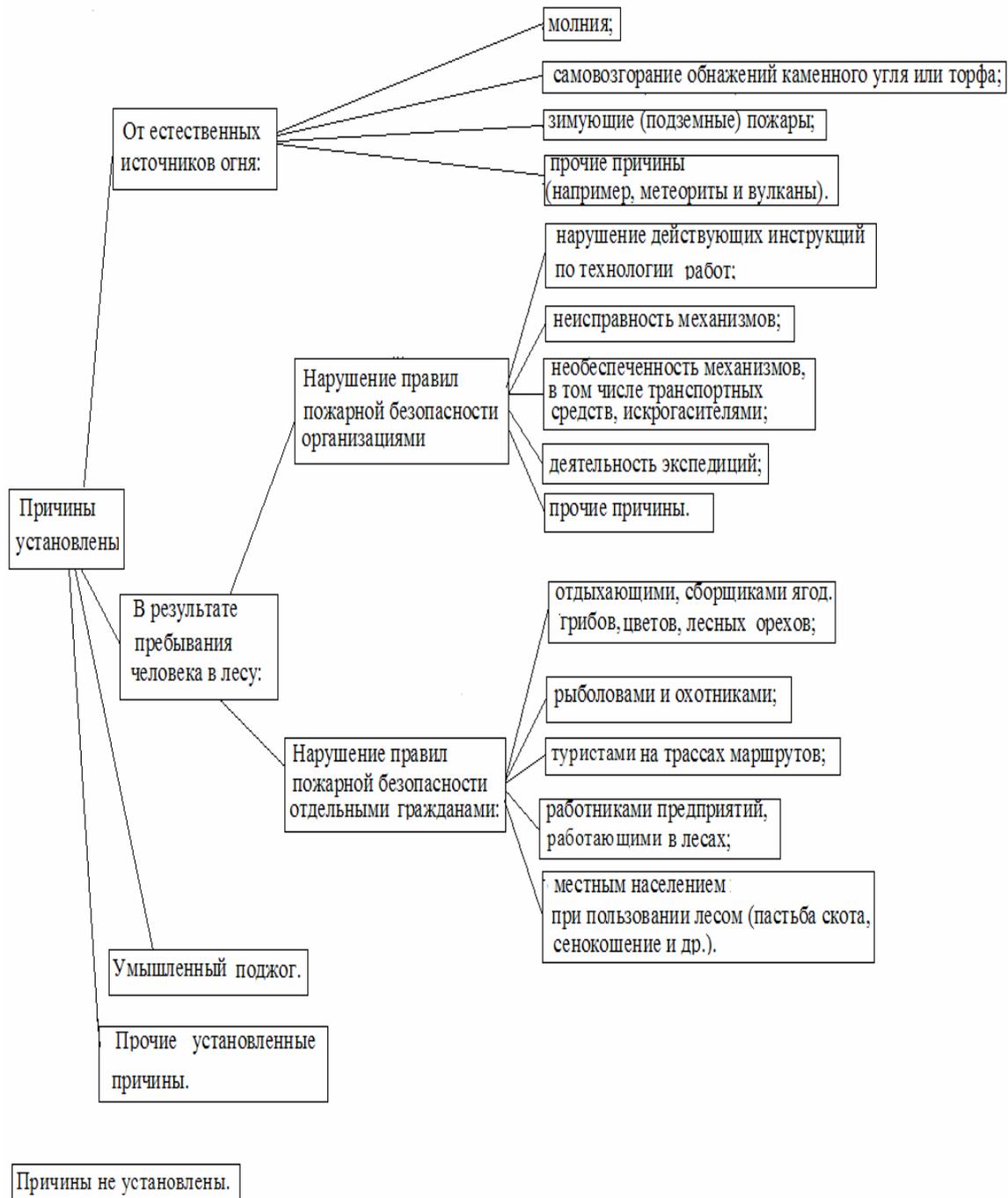


Рисунок 8 — Классификация причин возникновения лесных пожаров [7]

Способы и средства создания противопожарных барьеров [1,4]. Для прокладки минерализованных полос шириной 1,4 м используют плуг комбинированный лесной ПКЛ-70, который агрегируется с тракторами ЛХТ-55, ДТ-75 или ЛХТ-100. Этот же плуг может использоваться и для создания более широких минерализованных полос путём прокладки за два прохода. Напочвенный покров между рядом расположенными минерализованными полосами выжигается с помощью зажигательных аппаратов.

При прокладке на разрывах широких минерализованных полос (шириной не менее 2,5 м) рекомендуется делать их пригодными для проезда автотранспорта повышенной проходимости. Для этого используется оборудование бульдозерное, агрегируемое с тракторами ЛХТ-4 или ТЛП-4.

На песчаных и супесчаных почвах, а также на лёгких суглинках рекомендуется прокладка минерализованных полос с одновременной засыпкой грунтом. Для этого рекомендуется применять агрегат лесопожарный фрезерный АЛФ-10 с трактором МТЗ-82. Это оборудование обеспечивает ширину борозды 65 см и ширину полосы по засыпке грунтом от 1,5 до 10 м. Для этих же целей можно использовать лесопожарные полосопрокладыватели ПЛ-3, ПФ-1, ПКЛ-5,0. Наибольшую ширину полосы по засыпке грунтом (до 20 м) обеспечит применение лесопожарного грунтомета ГТ-3, агрегируемого с трактором Т-150К.

Для прокладки **противопожарных заградительных полос кратковременного действия** (до 1 часа) растворами пенообразователей могут использоваться лесопожарные мотопомпы в комплекте с оборудованием ОВП-10 или с пеногенерирующей насадкой, а также ранцевые огнетушители, в том числе с гидропультами, имеющими пеногенерирующие насадки, или моторизованные опрыскиватели.

Кроме землеройной техники и огнезащитных химических составов для прокладки противопожарных **заградительных и опорных полос используют взрывчатые вещества** (аммонит, тротил, гексоген, пластид и др.) При взрыве взрывчатого вещества в грунте сочетаются два процесса - дробление и выброс грунта, что делает их мощным и эффективным средством минерализации поверхности земли. В практике для прокладки опорных полос получили распространение накладные заряды - шланговые и шнуровые. Шланговый заряд представляет собой шланг из полиэтиленовой плёнки, внутри

которого находятся патроны аммонита или порошкообразный аммонит. Шланги с порошкообразным аммонитом выпускаются секциями по 20 м, диаметром 24 мм, с плотностью заряда 0,52 кг/м. Ширина получаемой после взрыва минерализованной полосы для шланговых зарядов с порошковым аммонитом около 1 м, а глубина - 10-15 см. Эластичные заряды представляют собой шнур из взрывчатого вещества, содержащего 71% флегматизированного гексогена с инертными добавками. В сечении шнур имеет круглую форму с тремя кумулятивными выемками. Длина каждого шнурового заряда - 50 м. Масса одного метра длины заряда - 0,4 кг. При необходимости заряды могут соединяться внахлест до необходимой длины.

Для прокладки **противопожарных заградительных полос применяется шнуровой метод**. Сущность его заключается в том, что перед кромкой лесного пожара по заранее намеченной линии с помощью мотобуров или ручных инструментов подготавливаются шнуры, в каждый из которых помещается заряд взрывчатого вещества массой 200-600 г. Подрыв производится с помощью зажигательных трубок или электрическим способом. Ширина минерализованной полосы после одновременного подрыва зарядов достигает 4-6 м (в зависимости от почвенно-грунтовых условий и величины заряда).

Для создания комбинированных противопожарных полос необходимо контролируемое использование огня для полного или частичного сжигания лесных напочвенных горючих материалов.

Контролируемые выжигания растительного напочвенного покрова в пожароопасный сезон в лесах должны проводиться в соответствии с утверждёнными в установленном порядке операционными планами.

Работы по профилактическим выжиганиям рекомендуется проводить специализированными бригадами под руководством обученных специалистов пожарно-химических станций и подразделений авиационной охраны лесов, а поджигание лесного напочвенного покрова от опорной полосы производить участками длиной до 60 м.

При проведении контролируемых выжиганий в пожароопасный сезон с учётом рекомендуется соблюдение следующих условий:

- наличие по всем сторонам каждого выжигаемого участка естественных или искусственных противопожарных барьеров;
- отсутствие условий для перехода низового пожара в верховой или торфяной;

- обеспечение достаточной численности рабочих-пожарных, определённой операционным планом;
- зажигание при I-III классах пожарной опасности в лесу по условиям погоды и при средней скорости ветра, не превышающей 2 м/с;
- проведение предварительного инструктажа рабочих-пожарных и огневой разведки (пробные зажигания);
- зажигание против направления ветра или перпендикулярно ему;
- наличие исправных и укомплектованных зажигательных аппаратов, средств пожаротушения и связи, перечень и количество которых определяются операционным планом;
- патрулирование выжигаемого участка в ходе предписанного выжигания;
- окарауливание выжженной территории.

Для зажигания лесного напочвенного покрова используются зажигательные аппараты, сигнальные железнодорожные свечи, факелы и др. Возможна механизация этого процесса.

При проведении работ по профилактическому выжиганию все работники должны соблюдать правила техники безопасности, установленные для тушения лесных пожаров.

Результаты работ считаются удовлетворительными, когда исключена возможность распространение горения в напочвенном покрове и подстилке (запас ЛГМ не более 0,2 кг/м²). Высота нагара на стволах деревьев не должна превышать 1,5 м.

Авиационные средства борьбы с лесными пожарами. Сейчас во всем мире бурно развиваются технологии **тушения лесных пожаров с воздуха**. Это связано с труднодоступностью большинства лесных территорий для наземной техники и наземных пожарных формирований, а также с отсутствием водоисточников. Поэтому в последние годы продолжают интенсивно развиваться авиационные средства борьбы с пожарами, обладающие большим радиусом действия и высокой скоростью доставки в район пожара десантников и лесопожарного оборудования. Авиационные средства позволяют существенно сократить промежуток времени между обнаружением и началом тушения лесного пожара.

Наиболее перспективным направлением использования огнетушащих химических веществ при борьбе с лесными пожарами в зоне авиационной охраны лесов является **прокладка противопожарных заградительных полос непосредственно с воздуха**, т.е. с самолётов и вертолётов, оборудованных специальными сливными устройствами.

В 70-80 годы XX века авиационные фирмы России и Украины разработали различные типы лесопожарного сливного оборудования к самолётам. Разработчиками реализовывалась принятая за рубежом и экономически оправданная концепция создания пожарных вариантов самолётов на базе серийной гражданской и военной авиационной техники. Была разработана серия пожарных вариантов самолётов. Это - Ан-2П и Ан-26П.

В настоящее время самый большой в мире по полезной грузоподъёмности пожарный самолёт-танкер Ил-76ТП разработан ОКБ им. Ильюшина. В 1992 г. проводилась его опытная эксплуатация при тушении лесных пожаров в Московской области.

В рамках конверсионного использования военной техники Таганрогским АНТК им. Бериева разработан пожарный самолёт-амфибия Бе-12П на базе серийного самолёта-амфибии Бе-12. В последние годы разработан многоцелевой самолёт-амфибия Бе-200, который имеет и лесопожарный вариант оборудования.

Кроме самолётов-танкеров в последние десятилетия разработано вертолётное оборудование для первой атаки и локализации лесных пожаров. Разработан противопожарный вертолётный комплекс на базе вертолёта Ми-26Т. Успешно работают на тушении лесных пожаров вертолёты Ми-8 с водосливными устройствами ВСУ-5А.

Оборудование на внешней подвеске вертолёта для тушения и локализации пожаров с воздуха обычно представляет собой резервуары различной формы, изготовленные из мягких или жёстких материалов. Вместимость резервуаров варьирует в широких пределах - от 400 до 5000 л. Преобладающее большинство типов сливного оборудования действует по принципу свободного слива. Это наиболее простое и универсальное оборудование. Слив осуществляется путём опрокидывания ёмкостей, открытием донных створок или клапанов. Иногда имеется возможность регулировки расхода сливаемой жидкости путём изменения размеров сливного отверстия. Управление сливом обычно осуществляется дистанционно из кабины пилота с помощью электрического, пневматического или гидравлического привода.

Более хорошие характеристики противопожарных заградительных и опорных полос получаются при использовании оборудования, осуществляющего слив огнетушащей жидкости под давлением. Оно позволяет значительно уменьшить потери жидкости за счёт её дробления набегающим потоком воздуха и нисходящим потоком от

винта вертолѐта, а также улучшить условия её прохождения через полог древостоя.

Сейчас в авиационной охране лесов наибольшее распространение получило разработанное в 1995 г. мягкое водосливное устройство ВСУ-5 и его модификации (ВСУ-5А, ВСУ-5М) с изменяемым объѐмом мягкой ёмкости (от 1,3 до 2,5 м³ для вертолѐтов типа Ми-8 и от 3 до 4,5 м³ для вертолѐтов Ка-32). Оно легко разбирается на составные элементы, каждый из которых имеет массу не более 40 кг. За счёт оригинальной конструкции ВСУ-5 обеспечивает возможность наполнения его ёмкости водой из достаточно мелких водоѐмов (глубиной 0,7-1,0 м). Большой объѐм мягкой ёмкости, малый вес и хорошая транспортабельность обеспечивают широкое внедрение ВСУ-5 в авиационной охране лесов. *К недостаткам этого водосливного устройства относится свободный слив, невозможность использования смачивателей и создания пены.*

Применение огнетушащих растворов, в сравнении с водой, увеличивает время эффективного действия заградительной противопожарной полосы с нескольких минут до нескольких часов и даже суток, если применяются составы длительного действия.

В ряде стран мира (США, Канаде, Польше) для активного тушения кромки лесного пожара с воздуха или прокладки широких противопожарных заградительных полос применяется пена низкой и средней кратности, которую по общепринятой классификации относят к огнетушащим растворам кратковременного действия. Пена надёжно изолирует лесные горючие материалы от кислорода воздуха и излучения пламени лесного пожара; постепенно разрушаясь, она хорошо смачивает подстилку, останавливая тление. Заградительные полосы из пены останавливают продвижение кромки пожара или используются в качестве опорных рубежей при пуске встречного огня (отжига). При оптимальной концентрации пенообразующего раствора около 1% на внешнюю подвеску вертолѐта, способного забирать воду в режиме висения (Ми-8, Ми-8МТВ, Ка-32, Ми-26), можно без большого ущерба для его полезной грузоподъёмности взять такое количество пенообразователя, чтобы его хватило на 10 сливов и более, таблица 10.

В целом, в зоне авиационной охраны лесов вертолѐт Ми-8, оборудованный водосливным устройством ВСУ-5А и системой дозированной подачи пенообразователя СДП-1, рекомендуется применять для решения следующих задач:

- первой атаки на очаги загорания;

- тушения кромки лесных низовых пожаров или отдельных её элементов;
- прокладки с воздуха заградительных противопожарных полос;
- заполнения наземных резервуаров водным раствором пенообразователя для заправки огнетушителей, опрыскивателей и обеспечения работы мотопомп в зоне лесного пожара.

Таблица 10 — Расчётное количество сливов для вертолётa Ми-8МТВ [1]

Расчётное количество сливов раствора пенообразователя вертолётa Ми-8МТВ в зависимости от расстояний «аэродром-водоём» и «водоём - пожар» (при однократной заправке топливом – 1900кг).	
Расстояние «водоём - пожар», км	Количество сливов раствора
Расстояние «аэродром - водоём» - 25 км	
5	16
10	11
20	6
30	4
Расстояние «аэродром - водоём» - 50 км	
5	14
10	9
20	5
30	4
Расстояние «аэродром - водоём» - 100 км	
5	10
10	7
20	4
30	2

Способ прокладки минерализованных полос с воздуха. Разработана конструкция кассеты с минерализующим взрывным модулем. Кассеты с минерализующими модулями заряжаются в специальные контейнеры (по 160 шт. в каждый), при этом полная масса снаряженного контейнера не превышает 200 кг. Вертолёт Ми-8МТ имеет жёсткую внешнюю подвеску груза в виде двух балочных ферм, на каждой из которых - по три контейнера. В процессе полёта (скорость 30 км/ч, высота - 30-50 м) эта система поочередно отстреливает вниз минерализующие модули фугасного действия калибром

42 мм и массой 0,8 кг. С интервалом 1-2 м модули проникают в почву на глубину 30-50 см. Круговое отклонение стабилизированного модуля относительно расчётной точки около 0,5 м. Модули взрываются с задержкой 1 мин после их проникновения в грунт. Если по каким-либо причинам срабатывания модуля не произошло, то происходит самоликвидация его пиротехнических цепей.

Воронки выброса грунта, образовавшиеся в результате подрыва модулей, соединяясь, образуют минерализованную полосу шириной до 6 м с канавой в центральной её части шириной 1 -2 и глубиной до 0,7 м.

За один вылет вертолёт можно последовательно установить в грунт 960 модулей, обеспечивающих минерализацию на полосе длиной свыше 1000 м.

Применение оборудования наиболее эффективно в редкостойных светлохвойных насаждениях и редирах на песчаных, супесчаных и суглинистых почвах, а также в сосняках сфагновых с торфяными почвами. На каменистых почвах и в условиях вечной мерзлоты использовать оборудование нецелесообразно.

Перед применением оборудования необходим предварительный облёт лесного пожара, в процессе которого намечается трасса прокладки минерализованной полосы. Особое внимание при этом обращается на наличие людей, оказавшихся на трассе. Устанавливается двухсторонняя радиосвязь с руководителем наземной команды, обеспечивающей выход людей из зоны прокладки полосы. Оповещение о начале работы осуществляется с борта вертолёт с помощью звукоусилительных устройств.

Таким образом, на труднодоступных и удалённых лесных территориях с соответствующими лесорастительными условиями вертолётное модульное оборудование - самое высокопроизводительное техническое средство для прокладки противопожарных заградительных полос. Тем не менее, этот способ не был доведён до практического использования. Основным его недостатком считается сравнительно высокая стоимость выстрела фугасным модулем и возникающие организационные трудности по обеспечению безопасности при хранении и перевозке модулей в условиях системы авиационной охраны лесов.

Вопросы для самоконтроля

1 В чем состоит цель создания противопожарных барьеров?

2 Назовите основные причины возникновения лесных пожаров.

3 Охарактеризуйте устройства по оценке пожарной опасности по условиям погоды.

Лабораторная работа

Цель: определение составляющих элементов системы предупреждения возникновения и распространения лесных пожаров.

Материалы и оборудование: нормативные документы по организации противопожарных действий.

Ход работы

1 На основе основных положений темы и нормативных документов охарактеризовать составляющие элементы системы предупреждения возникновения и распространения лесных пожаров.

2 На основе основных положений темы и нормативных документов характеризуются приборы оценки пожарной опасности по условиям погоды.

3 На основе основных положений темы и нормативных данных характеризуются способы и средства создания противопожарных барьеров.

Тема 5 Параметры лесных пожаров

1 Тактические части лесного пожара

2 Расчет площади, скорости распространения и периметра лесного пожара лесного пожара

Основные понятия по теме

Тактические части лесного пожара. Динамичной стороной лесных пожаров является скорость их распространения, рисунок 9. Данные о площади и величине периметра кромки пожаров используются при предварительных расчетах необходимых средств пожаротушения. Параметры скорости распространения пожаров находят на основе моделирования происходящих процессов, сведения о которых получают по непосредственным наблюдениям.

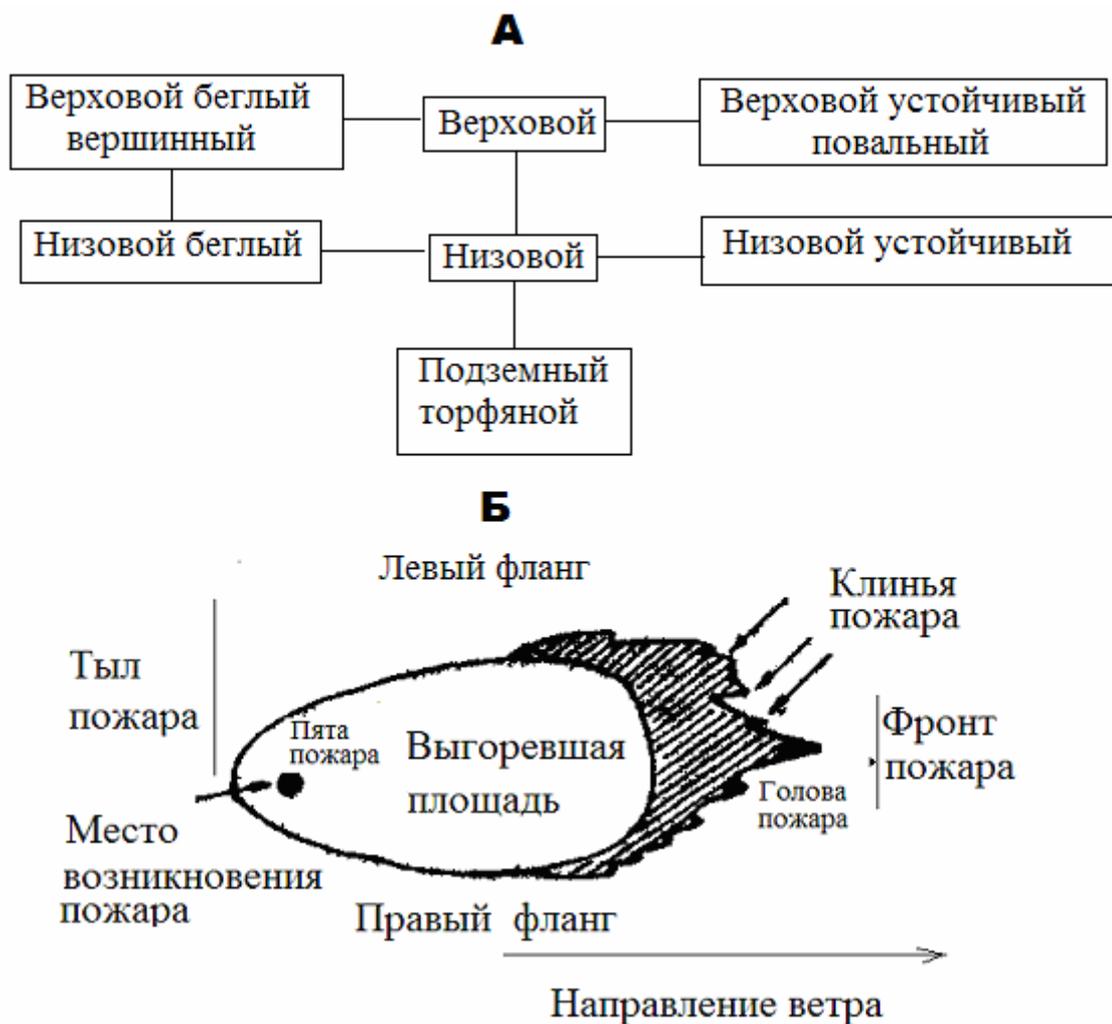


Рисунок 9 – Схема классификации лесных пожаров (А) и схема развития типичного лесного пожара (Б) [7]

Процесс горения при верховых пожарах, как правило, скрыт от наблюдателя плотным шлейфом дыма и до настоящего времени мало изучен. Наиболее распространены и реально осуществляемы наблюдения за низовыми пожарами. Однако проведение непосредственных замеров и экспериментов связано с большим риском и поэтому проводятся в очень ограниченных масштабах. Наибольшее распространение получили модельные расчеты происходящих процессов.

Для определения скорости распространения низовых пожаров, предложено несколько формализованных моделей.

Расчет площади, скорости распространения и периметра лесного пожара лесного пожара. Найдено, что площадь лесных

пожаров (S) пропорциональна цифровому выражению природной пожарной опасности (к), погодным и сезонным условиям года (n), периоду времени от момента возникновения (t) и выражается соотношением:

$$S = k \cdot t^n \quad (1)$$

Для удобства расчетов закономерность преобразована в следующий вид:

$$S = (\pi/2) \cdot \left\{ [0.5 \cdot t \cdot (v_1 + v_2)]^2 + [0.5 \cdot t \cdot (v_2 + v_3)]^2 \right\}, \quad (2)$$

где v_1, v_2, v_3 – соответственно скорости пожара по фронту, флангу и тылу,

t-время от момента возникновения пожара, мин.

С учетом взаимосвязей между скоростями пожаров аналитическое выражение упрощается:

$$S = (\pi/2) \cdot \left\{ [0.5 \cdot t \cdot (1,35 \cdot v_1 + 0,17)]^2 + [0.5 \cdot t \cdot (0,45 \cdot v_1 + 0,2)]^2 \right\} \quad (3)$$

Скорость распространения пожаров при скорости ветра 3-5 м/с в среднем по фронту для сосновых типов леса по классам природной пожарной опасности составляет:

1	весной 2,5-4,0;	летом и осенью – 2,0-4,0(м/мин);
2	« 2,5	« 2,0;
3	« 2,0	« 1,5;
4	« 1,0	« 0,5;
5	« 0,5	« 0,25.

Распространение огня по фронту, флангу и тылу пожара взаимозависимо и аналитически отражается следующими взаимосвязями (по Г. П. Телицину):

$$v_1 = (v_0 + k \cdot v_4) \cdot \left(1 + \frac{v_4}{\sqrt{v_4^2 + C^2}} \right)^2; \quad (4)$$

$$v_2 = v_0 + k \cdot v_4; \quad (5)$$

$$v_3 = (v_0 + k \cdot v_4) \cdot \left(1 - \frac{v_4}{\sqrt{v_4^2 + C^2}} \right)^2; \quad (6)$$

$$v_2 = 0,35 \cdot v_1 + 0,17; \quad (7)$$

$$v_3 = 0,10 \cdot v_1 + 0,20; \quad (8)$$

где

v_0 — скорость распространения огня в равнинных условиях в безветренную погоду, м/мин;

v_4 — скорость ветра, м/с;

K — коэффициент, учитывающий раздувающее влияние пламени;

C — удельная теплоемкость горючих материалов, кДж/кг градС;

По формулам определяется скорость распространения огня на любой из кромок пожара, если известна скорость на одной из них, и оценивается опасность развития пожара на любом участке.

Обнаружена также зависимость скорости фронтального распространения огня от скорости ветра под пологом леса, площади и влажности горючего материала, черноты пламени (Н. П. Курбатский, Г. П. Телицын):

$$v_1 = \frac{26.0 \cdot E \cdot (1 + 2,7 \cdot v)^{(2+v)/v}}{P \cdot (16 + W)}; \quad (9)$$

где

E — коэффициент черноты пламени;

v — скорость ветра под пологом леса на высоте 2м, м/с;

P — плотность сложения горючего материала, кг/м³

W — влажность горючего материала, %.

Наиболее близкие к реальным показатели скорости фронтального распространения огня в зависимости от перечисленных факторов наблюдаются при следующих их значениях:

E — 0,14 -0,45; P — 1,7-5,0 кг/м³; W — 20-50%; v — 1-5 м/с.

Вопросы для самоконтроля

1 Что понимается под скоростью горения и скоростью распространения пожара?

2 Какими способами можно определить скорость распространения пожара?

3 Приведите формулы определения скорости пожара по площади и тактическим частям очага загорания.

4 Как изменяется скорость распространения в зависимости от типа горения и вида пожара?

Лабораторная работа

Цель: определение показателей распространения пожара.

Материалы и оборудование: данные замеров параметров пожара, калькуляторы.

Ход работы

Задание 1.

По данным таблицы 11 и приведенным формулам 1-3 определить площадь распространения низового пожара.

Задание 2.

– По данным таблицы 12 и приведенным формулам 4-6 определить скорость распространения низового пожара по тактическим частям очага распространения огня.

– Определить скорость распространения низового пожара по зависимости 9, устанавливающей регрессионную связь между скоростью распространения пожара по фронтальному направлению, скоростью ветра под пологом леса, плотностью и влажностью горючего материала, представленным в таблице 13.

Задание 3.

– Используя найденную скорость и формулы 7, 8 рассчитать скорость распространения огня по флангам и в тылу очага возгорания, таблица 14.

Задание 4.

– Определить протяженность периметра низового пожара по заданным значениям линейной скорости распространения фронта пожара и времени с момента возникновения пожара, таблица 14.

– По данным расчетов скорости распространения пожара выполнить:

а) схему распространения пожара лесного пожара на момент обнаружения, начала тушения и конец локализации пожара;

б) тактическую схему тушения (обозначить на рисунке), учитывая вероятный прирост периметра пожара;

Таблица 11 - Варианты данных к заданию 1

Вариант	Класс природной пожарной опасности	Время от момента возникновения пожара, ч	Коэффициент К	Величина степени	Площадь пожара, га Ф-ла 1	Время от момента возникновения пожара, мин	Скорость распространения по фронту, м/мин	Скорость распространения по флангу	Скорость распространения по тылу	Площадь пожара, м2 ф-ла 2	Площадь пожара, м2 ф-ла 3
1	1	0,25	4,21	1,57		10	2,92	1,2	0,3		
2	1	0,1	4,18	1,58		15	3	1,2	0,4		
3	1	0,35	4,24	1,59		6	2,2	0,8	0,3		
4	1	0,2	4,2	1,56		8	2,45	1,04	0,25		
5	1	0,4	3,9	1,55		12	3,76	1,5	0,28		
6	1	0,25	4,1	1,52		14	4,5	1,7	0,27		
7	2	0,5	3	1,53		22	3,14	1,1	0,2		
8	2	0,2	3,04	1,53		18	2,7	1,1	0,2		
9	2	0,1	3,06	1,5		20	2,3	0,6	0,1		
10	2	0,38	3	1,51		25	2,5	0,8	0,15		
11	2	0,3	3,1	1,5		23	2	0,7	0,1		
12	2	0,45	3,2	1,49		17	1,7	0,8	0,12		
13	3	0,25	2	1,4		15	1,8	0,5	0,1		
14	3	0,39	1,5	1,3		20	2	0,5	0,1		
15	3	0,4	1,9	1,35		10	1,7	0,4	0,1		
16	3	0,3	1,7	1,32		14	1,3	0,3	0,12		
17	3	0,2	1,6	1,3		23	1,91	0,4	0,13		
18	3	0,15	1,4	1,2		27	1,2	0,3	0,1		
19	4	0,25	1	1,25		26	1,1	0,3	0,1		
20	4	0,2	0,5	1,6		16	1	0,3	0,1		
21	4	0,34	0,1	1,66		30	0,8	0,2	0,1		
22	4	0,15	0,45	1,65		25	0,7	0,2	0,1		
23	4	0,272	0,3	1,64		28	0,6	0,2	0,1		
24	4	0,23	0,4	1,35		32	0,5	0,2	0,1		
25	5	0,25	0,1	1,6		15	0,4	0,1	0,05		
26	5	0,29	0,26	1,2		27	0,5	0,1	0,05		
27	5	0,33	0,2	1,18		30	0,5	0,1	0,1		
28	5	0,17	0,25	1,55		25	0,3	0,1	0,05		
29	5	0,3	0,15	1,45		25	0,25	0,1	0,07		
30	5	0,25	0,12	1,15		35	0,25	0,1	0,08		

Таблица 12 - Варианты данных к заданию 2

Вариант	Влажность горючего материала,	Скорость распространения огня на равнине, м/мин	Скорость ветра, м/с	Коэффициент, учитывающий раздувающее влияние пламени, К	Удельная теплоемкость горючих материалов	Скорость распространения огня по фронту	Скорость распространения огня по флангам	Скорость распространения огня в тылу
1	40	0,21	2,6	0,22	3,22			
2	15	0,65	5	0,51	3,6			
3	35	0,317	3,6	0,313	3,33			
4	41	0,12	2,7	0,24	3,25			
5	31	0,34	3,3	0,34	3,38			
6	38	0,23	3	0,27	3,234			
7	17	0,5	4	0,47	3,56			
8	26	0,43	3,6	0,4	3,48			
9	36	0,276	3,3	0,29	3,31			
10	39	0,16	2,9	0,252	3,28			
11	24	0,5	4,3	0,46	3,52			
12	12	0,6	4,6	0,55	3,64			
13	20	0,54	4,2	0,48	3,58			
14	26	0,36	4,2	0,44	3,45			
15	29	0,42	4,2	0,41	3,42			
16	41	0,14	2,6	0,2	3,11			
17	12	0,534	5	0,47	3,66			
18	37	0,3	3,6	0,25	3,15			
19	39	0,15	2,5	0,18	3,18			
20	40	0,27	3,3	0,15	3,08			
21	29	0,18	2,9	0,3	3,32			
22	34	0,28	3,9	0,25	3,3			
23	18	0,22	3,6	0,435	3,55			
24	23	0,2	3,3	0,35	3,48			
25	34	0,29	2,9	0,28	3,27			
26	37	0,38	4,3	0,2	3,23			
27	22	0,451	4,6	0,4	3,42			
28	11	0,37	3,78	0,5	3,6			
29	18	0,3	4,2	0,4	3,51			
30	27	0,338	4,07	0,37	3,4			

Таблица 13 - Варианты данных к заданию 3

Варианты	Коэффициент черноты, E	Плотность сложения горючего материала, P	Скорость верга под пологом	Влажность горючего материала	Фронтальная скорость распространения пожара Ф-ла 9
1	0,16	1,6	0,6	21	
2	0,25	2	2	30	
3	0,18	1,7	1,1	35	
4	0,2	2,5	1,5	40	
5	0,21	2,1	0,6	34	
6	0,23	2,2	2,1	35	
7	0,26	3,1	2,1	21	
8	0,35	4	3,5	40	
9	0,16	4,1	1,1	22	
10	0,25	5	2,5	35	
11	0,27	3,6	0,6	41	
12	0,3	4,8	1,4	45	
13	0,36	4	2,6	26	
14	0,45	5	4,5	35	
15	0,31	2,1	0,6	26	
16	0,4	3,5	2,5	40	
17	0,21	3,1	1,1	21	
18	0,25	4	2	35	
19	0,23	2,3	3,2	17	
20	0,4	3	5,5	30	
21	0,34	2,6	2,1	21	
22	0,43	3,5	3,4	35	
23	0,16	1,6	4,6	18	
24	0,25	2,5	5,5	30	
25	0,22	1,9	3,2	31	
26	0,31	2,8	4,1	40	
27	0,31	1,1	2,6	16	
28	0,4	2,5	4,4	24	
29	0,36	1,6	3,6	21	
30	0,45	2,5	5	30	

Таблица 14 - Варианты данных к заданию 4

Вариант	Скорость распространения пожара по фронту	Протяженность периметра на момент тушения пожара, м обнарк	Тушение начато после обнаружения пожара через t времени, час	Вероятный прирост периметра от момента обнаружения до начала тушения пожара, м	Протяженность периметра на начало тушения по фронту, м	Протяженность периметра на начало тушения пожара по флангу	Протяженность периметра на начало тушения по тылу
1	1,5	70	0,25				
2	0,4	80	1,7				
3	0,25	32	2,3				
4	0,35	90	1,3				
5	0,5	50	1,5				
6	1	120	0,75				
7	2	130	0,45				
8	2,5	220	0,6				
9	1,5	80	1				
10	2,8	150	0,5				
11	1	160	1,3				
12	3,2	280	0,35				
13	3,5	234	0,25				
14	3,8	280	0,4				
15	4	300	0,2				
16	3	240	0,25				
17	2	150	0,5				
18	4	350	0,35				
19	5	620	0,15				
20	4,2	420	0,2				
21	0,25	110	0,3				
22	1,3	170	0,45				
23	1,5	188	0,55				
24	1,2	90	0,6				
25	1	120	0,2				
26	0,8	60	0,65				
27	1	90	0,9				
28	2	200	0,45				
29	2,5	140	0,35				
30	2,7	120	0,6				

Примечание: Прирост периметра определяется по уравнению:

$$\Delta L = 105.4 \cdot E^{0.588 \cdot v}$$

Где ΔL – прирост линейного периметра кромки пожара;

E – 2,72 основание натурального логарифма;

v – фронтальная скорость распространения низового пожара

Тема 6 Особенности тушения лесных пожаров

- 1 Тактические особенности тушения лесных пожаров
- 2 Расчет необходимого количества средств пожаротушения

Основные понятия по теме

Тактические особенности тушения лесных пожаров. При тушении лесных пожаров осуществляется воздействие тем или иным способом на кромку огня. Применяющиеся в практике способы тушения пожаров (захлестывание, забрасывание, грунтом, заливание водой, растворами химикатов, прокладка минерализованных полос и канав, отжиг) основаны на следующих физико-химических принципах:

- осуществление отрыва пламени от горючего материала;
- удаление горючих материалов из зоны подогрева и воспламенения;
- охлаждение зоны горения ниже температуры воспламенения;
- повышение влажности горючего материала;
- прекращение доступа кислорода к зоне горения.

Под тактикой тушения пожаров понимают практическую реализацию принципов тушения, которая заключается в выборе рациональных способов борьбы с огнем в конкретных условиях. Это определение:

- очередности тушения фронтальной, фланговых и тыловых кромок;
- параметров локализации, дотушивания и окарауливания пожаров.

При низовых пожарах слабой в средней интенсивности и достаточном количестве сил и средств осуществляется непосредственное воздействие на все части очага горения (тушение по периметру), при недостаточном, количестве сил и средств - воздействуют на фланги и сводят пожар на клин.

Низовые пожары сильной интенсивности и верховые - тушат или непосредственным воздействием на тактические части периметра (водой, грунтом), или пассивным способом (встречный отжиг).

Расчет необходимого количества средств пожаротушения. Обычно проводят предварительные расчеты для нескольких вариантов тушения. В учебных целях расчет параметров тушения водой возникшего пожара осуществляем для мотопомп трех уровней

мощности и для двух видов пожарных рукавов диаметром 51 и 66 мм. Всего шесть вариантов просчетов.

Для этого используются расчеты по формуле Н. И. Курбатского:

$$L = (H - h_1 - h_2) / A \cdot (Q^2);$$

,где L- дальность подачи воды;

H - мощность насоса мотопомп – (МП-600А. МП-1600, ПМПЛ) – 80, 60, 35, м. водяного столба;

h_1 - превышение пожарного ствола над насосом, м;

h_2 - напор, необходимый для создания рабочей струи у места пожара, м. водяного столба;

A - коэффициент удельного сопротивления льняных рукавов диаметром 51 мм - 0,012 и 66 мм – 0,03;

Q.- расход воды, л/с. – определяется по формуле:

$$Q = 2 \cdot q_n / q_p, \text{ где}$$

q_n – количество тепла выделяемое 1м кромкой пожара, определяется произведением массы ЛГМ на 1 м², глубины горения кромки и теплотворной способности, кДж;

q_p – количество тепла расходуемое на превращение 1 литра воды в пар - 2600 кДж.

Зная расстояние до кромки пожара и интенсивность подачи тушащего раствора различным оборудованием, выбирают наиболее оптимальный (менее энергоемкий) вариант.

Одним из основных является определение параметров создаваемой опорной полосы и расхода тушащей жидкости.

Определение длины создаваемой опорной полосы (линии) для пуска встречного низового огня осуществляют по формуле

Г. П. Телицина:

$$L = 0,5 \cdot \sqrt{S} + 7 \cdot B ;$$

,где

L – длина создаваемой заградительной полосы, м;

S – площадь пожара, га;

B – расстояние от кромки пожара до опорной полосы, м.

Определение расхода воды (Q) для создания опорной полосы (линии) при выбранном расстоянии (B) от кромка пожара до опорной полосы, ширине полосы (П) и дозировке жидкости (d, л/м²;) проводят по формуле Г. П. Телицина:

$$Q = (0.5 \cdot \sqrt{S} + 7 \cdot B) \cdot \Pi \cdot d$$

Вопросы для самоконтроля

- 1 Как определить расход тушащей жидкости для тушения лесного пожара?
- 2 Как определить длину периметра создаваемой опорной полосы при пуске встречного огня?
- 3 В чем заключаются основные тактические приемы тушения лесных пожаров и условия их применения?

Лабораторная работа

Цель: определение тактических параметров тушения низового пожара.

Материалы и оборудование: данные замеров параметров пожара, калькуляторы.

Ход работы

Задание 1.

– На основе основных понятий темы и вариантов задания (таблица 15) провести расчет дальности подачи воды мотопомпами трех уровней мощности и для двух видов пожарных рукавов диаметром. Всего шесть вариантов просчетов.

– Обосновать необходимость применения той или, иной мотопомпы и их количества.

Задание 2.

На основе основных понятий темы и вариантов задания (таблица 15) определить расход воды (л/с) на тушение 1 м кромки пожара.

Задание 3.

На основе основных понятий темы и вариантов задания (таблица 16) определить длину создаваемой опорной полосы.

Задание 4. На основе основных понятий темы и вариантов задания (таблица 17) определить расход воды для создания опорной полосы.

Таблица 15 – Оформление данных расчетов задания 1, 2

Вариант	Расстояние от мотопомпы до кромки пожара, м	Превышение пожарного ствола над насосом h ₁ , м	Необходимый напор, h 2 м	Расчет возможной дальности подачи воды для трех градаций мощности мотопомп и двух диаметров рукавов						Расчет расхода воды на тушение кромки пожара				
				дальность подачи										
				80 м		60 м		35м		Расчетный расход воды на тушение 1 м кромки пожара, л/с	Масса ЛГМ, кг/м ²	Глубина горения кромки пожара, м	Теплотворная способность ЛГМ, кДЖ/кг.	Теплота выделяемая 1 м кромки пожара, кДж
				Рукав диаметром 51 мм	Рукав диаметром 66 мм	Рукав диаметром 51 мм	Рукав диаметром 66 мм	Рукав диаметром 51 мм	Рукав диаметром 66 мм					
1	230	2	30											
2	150	5	20							0,55	0,38	18180		
3	1250	3	20							0,2	0,56	18350		
4	720	1	20							0,4	0,4	18390		
5	440	8	20							0,55	0,32	18520		
6	380	3	20							0,25	0,51	18520		
7	270	9	20							0,36	0,46	19400		
8	330	4	30							0,25	0,57	19200		
9	680	2	30							0,22	0,63	19110		
10	540	5	20							0,2	0,65	19030		
11	180	9	25							0,48	0,35	19110		
12	290	6	20							0,25	0,85	19400		
13	360	7	20							0,32	0,54	19630		
14	400	2	30							0,35	0,68	19110		
15	1000	1	20							0,28	0,6	18000		
16	250	3	30							0,45	0,5	18130		
17	200	4	30							0,35	0,5	18100		
18	1150	4	25							0,27	0,45	18450		
19	750	3	25							0,22	0,5	18590		
20	400	9	25							0,45	0,4	18620		
21	350	5	25							0,35	0,4	18720		
22	300	10	20							0,35	0,6	19700		
23	200	6	20							0,25	0,9	19500		
24	700	3	20							0,32	0,8	19210		
25	640	7	20							0,24	0,55	19430		
26	200	8	20							0,56	0,45	19610		
27	310	7	20							0,35	0,7	19380		
28	420	9	20							0,36	0,4	19830		
29	750	4	20							0,38	0,4	19510		
30	1000	3	20							0,26	0,55	19440		

Таблица 16 – Оформление данных расчетов задания 3, 4

Вариант	Площадь пожара, га	Возможное расстояние до опорной полосы, м	Расчетная длина опорной полосы	Дозировка жидкости, л/м ²	Возможная ширина опорной полосы	Расход воды для создания опорной полосы, л
1	0,55	10		1,5	2	
2	0,4	10		2	2	
3	0,33	15		2,5	1,5	
4	0,9	15		3	1,5	
5	2,56	15		3,5	1,5	
6	1,29	10		4,0	2	
7	0,47	10		4,5	2	
8	1,35	15		5,0	2	
9	3,51	15		5,5	2	
10	1,15	10		5,7	2	
11	0,86	12		6	2	
12	0,42	10		6,3	5,5	
13	2,7	10		6,5	5	
14	1,24	10		6,7	2,5	
15	0,75	8		7	2	
16	0,65	7		7,3	1,5	
17	1,5	5		7,5	1,5	
18	0,53	5		7,7	2	
19	0,88	10		8,0	2	
20	2,96	8		8,3	2	
21	1,39	9		8,5	2,5	
22	0,57	15		8,7	3	
23	1,45	20		9,0	4	
24	3,5	20		9,5	4	
25	1,45	15		10,0	4	
26	0,96	15		10,5	5	
27	0,52	15		11,0	5	
28	2,5	15		11,5	6	
29	1,44	20		12,0	3	
30	0,95	10		12,5	3	

Тема 7 Противопожарные мероприятия

- 1 Определение природной пожарной опасности и выявление пожарных выделов
- 2 Технология выявления параметров пожаров
- 3 Составление плана противопожарных мероприятий
- 4 Определение ущерба от лесных пожаров

Основные понятия по теме

Определение природной пожарной опасности и выявление пожарных выделов. Рост ценности и роли лесов, полноты и интенсивности их использования сопровождается повышением требований к уровню охраны. Ныне имеются пирологические характеристики, и классификации лесных горючих материалов, шкалы природной пожарной опасности и другие нормативные материалы.

На пожарных схемах лесничеств в соответствии с разработанными шкалами каждому выделу дается оценка природной пожарной опасности. Средний класс природной пожарной опасности (A_{cp}) для квартала (лесничества, лесхоза) определяется по формуле:

$$A_{cp} = \frac{I \cdot S_1 + II \cdot S_2 + III \cdot S_3 + IV \cdot S_4 + V \cdot S_5}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5},$$

где $S_1 - S_5$ — площади выделов кварталов, лесничеств, отнесенных к 1-5 классам природной пожарной опасности, таблица 17.

Минимальная площадь *пожарного выдела* - один квартал. Кварталы, отнесенные к одному; классу пожарной опасности и территориально примыкающие друг к другу, объединяются в один пожарный выдел.

Технология выявления параметров пожаров [2]. Для организации своевременной (оперативной) локализации лесных пожаров используются нормативы по определению площадей и периметров очагов лесных пожаров.

Своевременная локализация пожара считается **возможной**, если его площадь (периметр) к началу тушения не превышает **предельного значения**, соответствующей потенциальной **производительности** команды (бригады) по пожаротушению и скорости распространения фронтальной кромки в период тушения пожара.

Таблица 17 — Шкала оценки типов леса и лесных участков по степени
 природной пожарной опасности для условий Беларуси
 (по И.С.Мелехову[3], модифицирована И. Э. Рихтером [7])

Класс природной пожарной опасности	Объект загорания (характерные типы леса и вырубок, другие категории насаждений и не покрытых лесом площадей)
I - очень высокая	Хвойные молодняки всех типов леса и происхождения. Сосняки лишайниковые, вересковые. Мелиорированные сосняки багульниковые, сфагновые и осоково-сфагновые. Сплошные вырубки из-под сосняков лишайниковых, вересковых, брусничных, мшистых, черничных, кисличных. Сильно поврежденные насаждения (участки бурелома, ветровала, интенсивных выборочных рубок, захламленных гарей) всех типов леса.
II - высокая	Сосняки брусничные и мшистые с сосновым подростом или густым можжевельниковым подлеском.
III - средняя	Сосняки брусничные, мшистые, орляковые, кисличные. Ельники брусничные, орляковые, мшистые и кисличные. Ольшаники и березняки на осушенных торфяниках.
IV — низкая	Ельники папоротниковые, снытевые, черничные и крапивные. Сосняки черничные, долгомошные, осоковые, осоково-сфагновые, сфагновые, багульниковые. Сосняки и насаждения лиственных пород травяных, приручейно-травяных и осоково-травяных типов леса. Дубравы, ясенники, кленовики, липняки, грабняки всех типов леса. Березняки, осинники, серо-ольшаники всех типов леса, кроме долгомошных. Сплошные вырубки (захламленные) снытевых и других типов леса по сырым и мокрым местам.
V - очень низкая	Ельники долгомошные, приручейно-травяные, осоковые, осоково-сфагновые, сфагновые. Березняки, осинники, серо-ольшаники долгомошные. Черноольшаники всех типов леса.
Примечание. Пожарная опасность устанавливается на класс выше: а) для лесных участков, примыкающих к дорогам общего пользования или расположенных в непосредственной близости от огнедействующих лесных предприятий; б) для небольших участков леса на суходолах, окруженных площадями с повышенной горимостью.	

Потенциальная производительность команды определяется согласно норматив М. А. Шешукова), которые определяют скорость локализации пожара методом непосредственного тушения кромки и косвенным методом (табл. 18) в зависимости от лесорастительных условий. Общая производительность команды по пожаротушению определяется ее численностью и средней скоростью тушения кромки (прокладки заградительной полосы); одним работником, соответствующей конкретным условиям и способу тушения.

Непосредственное тушение кромки пожара осуществляется захлестыванием и засыпкой грунтом только при слабой интенсивности пожара (высота пламени $h < 0,5$ м; а заливка водой или растворами химикатов и комбинированный способ непосредственного тушения при слабой и средней интенсивности (высота пламени $h < 1,0$ м).

Для локализации пожаров высокой интенсивности используются косвенные методы тушения (создание заградительных полос взрывным методом, отжиг, комбинированный способ косвенного тушения). Методы косвенного тушения используются также в случаях, когда они обеспечивают возможность своевременной локализации пожаров, площади которых к началу локализации превышают предельные значения для метода непосредственного тушения.

Продолжительность непрерывной работы на пожаре принята, равной 4 часам.

Скорость распространения фронтальной кромки лесного пожара определяется в зависимости от скорости ветра и влагосодержания лесных горючих материалов в зеленомошных, лишайниковых и травяных группах типов леса по таблице 19. Строки этой таблицы соответствуют классам влагосодержания лесных горючих материалов, а столбцы - градациям скорости ветра на метеостанции. При отсутствии данных о влагосодержании горючих материалов оценка скорости распространения фронтальной кромки пожара производится по классу пожарной опасности в лесу. Численное значение класса пожарной опасности в этом случае отождествляется с классом (порядковым номером) влагосодержания горючих материалов.

Скорость ветра и класс пожарной опасности в лесу по условиям погоды получают по данным метеостанции. Скорость ветра уточняется в течение дня непосредственными замерами.

В таблице 20 приведены предельные значения площади лесного пожара к началу пожаротушения, соответствующего двум методам

тушения: непосредственному тушению пожара и тушению путем создания заградительных полос (косвенный метод тушения). Нормативы содержат предельные значения площадей лесных пожаров к началу тушения в диапазоне:

скорости распространения фронтальной кромки от 0,2 до 10 м/мин;

общей производительности (скорости) тушения от 1 до 50 м/мин.

Каждая строка таблицы соответствует определенной производительности тушения пожара командой, а каждый столбец определенной скорости распространения фронтальной кромки пожара. Она (скорость) может быть определена и непосредственными замерами на месте пожара.

Нормативы площадей и периметров получены в результате решения системы дифференциальных уравнений в модели описывающей процессы распространения огня по Г. Н.Коровин, [2], таблица 21.

Нормативы справедливы при относительной однородности лесорастительных и стационарности погодных условий (постоянстве скорости распространения огня), а также постоянстве производительности тушения в течение всего периода локализации пожара.

При оценке (прогнозировании) скорости распространения пожаров в вечерние и утренние часы скорость ветра на 1-2 градации и пожарная опасность на 1-2 класса берется **ниже**, чем в дневные часы. **При** получении нулевого класса пожарной опасности скорость фронтальной кромки пожара не определяется, а предельное значение периметра принимается равным $0,5 \times n$ (км), где n - численность высаженной к пожару группы пожаротушения.

Пример расчета организации тушения. Единого шаблона тушения лесных пожаров нет. Выбор техники и тактики тушения в каждом конкретном, случае зависит от вида и характера пожара, условий, в которых он действует, наличия тех или иных сил и средств пожаротушения.

Исходные данные. Патрульная группа пожарно-химической станции численностью 6 человек обнаружила в 16 ч. низовой лесной пожар в участке, относящимся к зеленомошной группе лесорастительных условий. Площадь в момент обнаружения 0,3-0,4 га. Класс пожарной опасности в лесу по условиям погоды – 4. Скорость ветра по данным метеостанции – 5 м/с. Влажосодержание ЛГМ 15%.

Расчеты и принимаемые решения. По таблице 19, строка 4 (эта строка соответствует 4 классу пожарной опасности в лесу по условиям погоды) Старший группы определяет, что скорость распространения фронта пожара в данных условиях равна 0,7 м/мин. По таблице 18 определяется, что скорость тушения кромки пожара одним человеком (захлестыванием кромки огня) составляет 1,2 м/мин. По таблице 20, по графе, соответствующей скорости распространения пожара 1 м/мин (градации 0,7 м/мин в таблице нет), определяется, что при распространении пожара со скоростью 1 м/мин можно, применяя прямую атаку с фронта, успешно локализовать пожар охвативший площадь не более 1,10 га, если будет обеспечена производительность тушения 3,0 м/мин. Число 3,0 находим в первой графе таблицы в строке, соответствующей площади 1,10 га. Производительность тушения 3 м/мин может быть обеспечена силами патруля: 1,2 м/мин x 3 чел. = 3,6 м/мин.

По таблице 20 определяется также, что можно применять и косвенную атаку с фронта, в этом случае предельная площадь пожара к началу тушения не должна превышать 0,95 га.

Старший группы должен принять решение: пожар локализовать силами 3-х человек, остальным - продолжать патрулирование. Тушить пожар всей группой нецелесообразно: пожар обнаружен в 16 часов дня и вероятность возникновения нового пожара в оставшееся время суток снижается. Если тушение начато спустя какой-то период после обнаружения пожара то проводится корректировка площади пожара по таблице 21.

Таблица 18 — Скорость локализации пожара (м/мин на человека)[2].

Способ тушения	Тип лесорастительных условий		
	зелено - мошные	лишайни- ковые	отмерший тра- вяный покров
Методом непосредственного тушения кромки			
Захлестывание, при высоте пламени высотой < 0,5м	1,2	1.5	-
Водой или растворами химикатов, при высоте пламени высотой < 1,0 м	1,5	1,5	1.5
Засыпка грунтом, при высоте пламени высотой < 0,5м	0,6	0.8	-
Комбинированный способ, при высоте пламени высотой < 1,0 м	1,0	1,0	1,0
Косвенным методом			
Создание заградительных полос	0,6	0,7	
Отжиг (от опорных полос)	1.2	1.5	2.0
Комбинированный способ	1,0	1,2	1.3

Таблица 19 — Скорость распространения фронта пожара

№ п/п	Влагосодержание ЛГМ, %	Скорость распространения фронта пожара, м/мин при скорости ветра, м/сек			
		0-4,0	4,1-8,0	8,1-12,0	12,1-16,0
в зеленомошных типах леса, м/мин					
1	27,1-32	0,30	0,40	0,60	0,85
2	22,1-27,0	0,40	0,50	0,80	1,10
3	17,1-22,0	0,50	0,65	1,00	1,35
4	12,1-17,0	0,60	0,75	1,25	1,75
5	8,0-12,0	0,70	0,90	1,50	2,15
в лишайниковых типах леса, м/мин					
1	27,1-32	0,30	0,40	0,80	1,30
2	22,1-27,0	0,40	0,50	1,80	1,70
3	17,1-22,0	0,50	0,63	1,30	2,20
4	12,1-17,0	0,60	0,75	1,60	2,70
3	7,0-12,0	0,70	0,90	1,90	3,20
по отмершей травяной покров, м/мин					
1	25,1-30,0	1,50	12,0	27,5	54,4
2	20,1-25,0	1,90	14,5	34,5	67,0
3	15,1-20,0	2,25	17,2	40,0	78,3
4	10,1-15,0	2,70	20,5	48,5	95,0
5	5,0-10,0	3,65	28,0	65,0	129,0

Таблица 20 — Величина необходимой производительности тушения пожаров в зависимости от его площади и скорости распространения фронтальной кромки[2]

Средняя суточная скорость распространения фронтальной кромки пожара, м/мин											
Производительность тушения, м/мин	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
	Предельные значения площадей лесных пожаров (га) к началу тушения прямой атакой с фронта										
1,0	0,08										
2,0	0,85	0,45									
3,0	2,30	1,40	1,10								
4,0	3,0	3,9	3,1								
5,0	8,0	6,7	5,6	3,8							
6,0	11,6	10,8	9,4	8,0	6,4						
8,0	21,0	19,9	18,3	17,2	15,2						
10,0	33,1	32,2	30,6	29,6	27,3	21,0					
15,0	77,5	75,6	73,7	71,2	68,9	61,9	53,2	45,5			
20,0	143	142	140	136	132	120	113	102	87,5		
30	350	343	33}	322	311	290	280	266	250	217	181
40		627	604	683	572	542	524	506	490	451	411
50		999	980	944	927	894	878	863	833	778	706
Предельные значения площадей лесных пожаров (га) к началу тушения косвенной атакой с фронта											
1,0	0,09										
2,0	1,00	0,50	0,25								
3,0	2,75	1,60	0,95	0,75							
4,0	6,0	4,5	3,2	2,5	1,9						
5,0	5,5	7,9	6,5	4,3	3,7	1,4					
6,0	13,9	12,9	11,0	9,2	7,0	4,1	2,0				
8,0	25,1	23,7	21,7	20,3	15,9	11,9	7,7	4,0			
10	35,5	38,5	36,5	35,0	32,0	23,0	18,5	13,0	7,0		
15	93,5	91,0	88,0	85,0	82,0	73,0	57,0	50,0	42,5	23,5	14,0
20	173	171	168	163	158	143	134	111	98,5	80,5	54,0
30	371	383	350	340	328	303	295	280	266	242	208
35	510	490	480	465	446.	425	410	390	375	340	310
40	680	650	625	605	595	560	540	525	506	480	450
50	1080	1040	1020	980	960	925	910	880	850	790	715

Таблица 21 — Величина площади и длины периметра кромки лесных пожаров при различных стадиях развития пожара [2].

Среднесуточная скорость распространения огня по фронту, м/мин	Показатели	Время с момента возникновения пожара, час						
		1	2	3	5	6	8	10
		Темп увеличения площади и периметра лесных пожаров						
8,0	Площадь, га	2,5	10,0	22	62,0	90,0	160	250
	Периметр, км	0,6	1.1	1.7	2,8	3,4	4,6	5,7
2,5	Площадь, га	1.8	7,0	16	42,0	63,0	112	175
	Периметр, км	0,6	1.0	1.4	2.4	2,9	3.8	4,8
2,0	Площадь, га	1,2	4,7	11.0	30,0	43,0	76,0	118,0
	Периметр, км	0.4	0,8	1,2	2,0	2,4	3.1	3.9
1,5	Площадь, га	0.7	2.9	6,8	18,0	26,0	47,0	73,0
	Периметр, км	0.3	0.8	0,9	1.5	1,8	2.5	3.1
1.0	Площадь, га	0,4	1.5	3,4	10,0	14,0	24,0	38,0
	Периметр, км	0.2	0,4	0.7	1.1	1.3	1,8	2,2
0,5	Площадь, га	0,16	0,6	1,8	3,7	5,3	9,5	14,8
	Периметр, км	0.1	0,3	0.4	0,7	0.8	1,1	1.4
0,25	Площадь, га	0,07	0,3	0,6	1.7	2.4	4,3	6,7
	Периметр, км	0.1		0,3	0,5	0,5	0.7	0,9

Составление плана противопожарных мероприятий на реви-
зионный период проводится по следующим направлениям:

- определяются классы природной пожарной опасности части лесничества;

- выбирается оптимальный маршрут для наземного патрулирова-
ния, предусмотрев средства пожаротушения и связи;

- проводится расчет необходимого количества пожарного обору-
дования и мероприятий, используя ориентировочные данные по ко-
личеству оборудования и затратам труда;

- запроектированные мероприятия и маршрут патрулирования, на-
носятся на пожарную схему используя условные обозначения.

С учетом распределения лесов лесничества по классам пожар-
ной опасности насаждений, определения по нормативным докумен-
там необходимых противопожарных мероприятий, намечаются
объемы противопожарных мероприятий, составляются оперативные
и перспективные планы противопожарных мероприятий и планы
организации тушения лесных пожаров. Противопожарные меро-
приятия намечаются только для лесов отнесенных к 1-3 классам
природной пожарной опасности.

Ведомость противопожарного устройства лесов части лесничест-
ва оформляется в виде форм, в которых приводится перечень про-
ектируемых мероприятий и необходимое количество ресурсов для
их осуществления, таблица 22.

В **оперативном плане противопожарных мероприятий** преду-
сматривается:

- проведение разъяснительной работы среди населения;

- работы по уходу за противопожарными разрывами, минерали-
зованными полосами и опашками молодняков, таблица 24;

- ремонт пожарных вышек;

- приобретение инвентаря и оборудования, таблица 25

- наем пожарных сторожей и прочие мероприятия, таблица 26.

- мероприятия на перспективное обновление противопожарного
оборудования, таблица 25.

В плане **организации тушения пожаров**, предусматривается при-
крепление к лесным участкам (лесничеству, лесхозу), таблица 23:

- жителей ближайших населенных пунктов,

- транспортных средств сельхозпредприятий и других организаций;

- обеспечение участников тушения пожаров необходимым инвента-
рем, питанием и медицинской помощью;

- организацию связи работников лесхоза (лесничества) с местом тушения пожара

Таблица 22 — Оперативный план противопожарных мероприятий на 200... г.

Наименование мероприятия	Место проведения	Объем	Срок выполнения, месяц	Требуется ресурсов		Ответственный за выполнение
				машин-носимен	ч/дни	
	я					

Выбор противопожарных мероприятий. При планировании необходимого количества сил и средств пожаротушения необходимо учитывать пожарную опасность насаждений, режим охраны, оснащенность оборудованием и инвентарем, а также затраты времени на сбор членов добровольной пожарной дружины или работников лесной охраны, и доставку их к месту пожара и его тушение, и то, что для успешной локализации пожара этот резерв времени должен превышать на 30% и более скорость распространения и нарастания периметра.

В связи с различиями почвенных и климатических условий и связанных с ними влажностью и массой лесных горючих материалов затраты сил, средств, воды, растворов и химических веществ на борьбу с лесными пожарами могут значительно различаться.

Таблица 23 — План организации тушения лесных пожаров на 200... г.

Населенные пункты		Привлекается для тушения
рабочих	пожарных комплектов	
		Номера кварталов, закрепленных за предприятием, выделяющим транспортные средства
		Организация
		Количество и виды транспортных средств
		Ответственный за привлечение рабочих
		Виды привлекаемого пожарного инвентаря
		Торговая точка по обеспечению питания
		Медпункт оказания первой помощи
		Организация связи с местом пожара
		Руководитель по тушению пожара

Таблица 24 — Затраты труда на создание заградительной полосы (или тушения кромки) различными средствами [7].

Виды работ	Применяемые техника, орудия	Трудозатраты, чел,-ч.	Производительность 1 человека, м/ч
Захлестывание кромки огня метлой из лиственных пород	-	0,25-0,50	200-400
Засыпка кромки пожара грунтом.	Лопата	1,25-1,65	60-80
Прокладка заградительной минерализованной полосы шириной 0,75 м.	- - -	1,30-1,60	60-75
Удаление напочвенного покрова и подстилки с полосы шириной 0,75 м	Грабли	1,25	60
Тушение кромки огня ранцевым опрыскивателем	РЛО	0,1	1000
Прокладка заградительной минерализованной полосы шириной 1,1-1,4 м	МТЗ-82, ПКЛ-70, ПКБ	0,05	2000
Прокладка минерализованной полосы шириной 200 см противопожарным агрегатом	ТПЛ-55	0,05-0,07	1400-2200
Прокладка минерализованной полосы полосопрокладывателем	ПФ-1	0,05-0,07	1400-2000
Прокладка минерализованной полосы пожарным вездеходом	ВПЛ-149	0,04	2500
Прокладка -минерализованной полосы взрывным способом (состав бригады 4 человека)	мотобур МБ	0,3-1,2	80-100
Прокладка минерализованной полосы бульдозером	Д 259	0,35-0,18	260-560
Отжиг зажигательным аппаратом	ЗА-1М	0,3-1,0	100-300
Тушение кромки огня мотопомпами (дозировка 2,5 л/м ²)	М-600, М-800, ПМП-Л	0,3-0,50	200-330
Прокладка канав канавокопателями	КМ-800, ЛКА-2А	0,12	850
Прокладка магистральной рукавной сети при тушении пожара водой	-	0,30	330
Тушение кромки ручным грунтометом	ГР-1	0,10	1200
Тушение кромки огня автоцистернами, вездеходами	АПД-147, ВПЛ-149	0,04	2500
Тушение кромки грунтометами	ГТ-3	0,05	2000

Таблица 25 — Нормы обеспечения пожарным оборудованием и средствами пожаротушения [7].

Наименование	Единица измерения	Лесничество	Мастерский участок	Обход
Мотопомпы переносные	шт.	1	1	-
Рукава пожарные	м	200	100	-
Трактор с почвообрабатывающими орудиями	шт.	1	-	-
Зажигательные аппараты	шт.	2	1	1
Огнетушители	шт.	3	1	1
Торфяные стволы	шт.	1	1	-
Бензопилы	шт.	2	1	1
Лопаты железные	шт.	20	10	5
Грунтометры ручные	шт.	1	1	-
Топоры	шт.	5	3	3
Грабли железные	шт.	5	3	3
Бидоны или канистры для питьевой воды (не менее 20л)	шт.	1	1	1
Кружки для воды	шт.	2	1	1
Ведра железные	шт.	5	3	3
Аптечки	шт.	2	1	1
Радиостанции	шт.	2	1	1

Таблица 26 — Перечень противопожарных мероприятий осуществляемых в насаждениях различных классов природной опасности [7].

Наименование мероприятий	Объекты осуществления мероприятий по классам природной пожарной опасности		
Организация постоянных выставок	В лесничествах во всех группах лесов		
Устройство противопожарных разрывов в хвойных молодняках	В лесах 1 группы через 250 м, 2 группы через 500 м. Ширина разрывов 4-6 м.		-
Устройство мест отдыха в лесу	На всех дорогах: в лесах 1 группы через 2 км, 2 через 4 км.	На дорогах широкого пользования в лесах 1 группы через 4; 2 – через 6км.	
Создание противопожарных опушек из лиственных пород	В лесах 1 и 2 групп – вдоль шоссейных и железных дорог, вокруг расположенных в лесу предприятий и поселков		
Устройство минерализованных полос вокруг хвойных молодняков	В лесах 1 группы опашка всех участков площадью более 1 га.	В лесах 1 гр. опашка ценных молодняков площадью 5 га и более.	
Устройство минерализованных полос:			
А) на противопожарных разрывах	В лесах всех групп		
Б) вдоль железных, шоссейных и грунтовых дорог широкого пользования	В лесах всех групп		
В) вокруг хвойных молодняков	В лесах всех групп		
Г) вокруг лесных построек и предприятий	4-5 полос через 50-70 м в лесах всех групп		
Устройство водоемчиков	В лесах 1 группы устройство водоемов вдоль противопожарных разрывов из расчета 1 водоем на 400 га, 2 гр. 1 водоем на 1000 га.	В лесах 1 группы 1 водоем на 1000 га, 2 группы подготовка водоемов в особо опасных местах	
Устройство дорог	В лесах 1 и 2 групп на всех просеках, используемых в качестве противопожарных разрывов		
Строительство пожарных вышек	В лесах 1 и 2 групп на расстоянии 8-10 км одна от другой.		
Организация ПХС	ПХС-1 в лесах 1 и 2 групп во всех лесничествах с повышенной пожарной опасностью.		
Наем пожарных сторожей	один временный пожарный сторож на лесничество (при ср. площади 8-10 т. га) в летний период (апрель – сентябрь)		
Создание пунктов сосредоточения пожарного инвентаря	При конторах лесхозов и лесничеств, кордонах и местах жительства лесной охраны		
Установка предупредительных аншлагов	На перекрестках дорог, в местах отдыха.	На дорогах при въезде в лес и в места отдыха.	
Наземная патрульная служба:			
В лесах 1 группы	1000 га	2000 га	4000 га
В лесах 2 группы	2000 га	4000 га	6000 га

Определение ущерба от лесных пожаров. По степени влияния на отдельные компоненты фитоценоза лесные пожары относятся к специфическим экологическим факторам, но в отличие от других экологических факторов они возникают внезапно и развиваются быстро и масштабно. Последствия их воздействия ощущаются продолжительное время.

Суммарный ущерб от лесного пожара включает:

- стоимость потерь древесины на корню в средневозрастных, припевающих, спелых и перестойных насаждениях;
- ущерб от повреждения молодняков естественного и искусственного происхождения;
- ущерб от повреждения ресурсов побочного пользования;
- расходы на тушение лесных пожаров;
- стоимость сгоревших объектов и готовой продукции в лесу (или уменьшения их стоимости в результате повреждения);
- расходы на расчистку гарей и дополнительные санитарные рубки в насаждениях, поврежденных пожаром;
- ущерб от снижения почвозащитных, водоохранных и других средообразующих функций леса;
- ущерб от загрязнения воздушной среды продуктами горения;
- ущерб от гибели животных и растений;
- другие потери.

В пределах пройденной огнем территории уточняются категории, характеристики и площади поврежденных насаждений. По степени повреждения или сгорания частей деревьев определяют вид и интенсивность пожара. Если не менее 30% площади пройдено другим видом пожара, то учет определяется по каждому его виду.

Сведения об ущербе от пожара приводятся в Акте о лесном пожаре, Книге регистрации лесных пожаров и статистической отчетности лесхоза.

Потери древесины исчисляются в процентах от общего корневого запаса древостоев по выделам. Общий корневой запас определяется по данным лесоустройства или, при их отсутствии, глазомерно.

Ущерб при повреждении огнем лесных культур, молодняков естественного происхождения и подроста определяется по нормативам затрат на выращивание в расчете на 1 га молодняков до возраста смыкания крон.

Расходы на тушение лесных пожаров включают: заработную плату работников всех категорий, привлеченных к тушению лесных пожаров; стоимость услуг машин и механизмов; стоимость израсходован-

ных при тушении пожаров материалов и средств пожаротушения; расходы на питание работников, почтово-телеграфные и другие расходы.

Ущерб, причиненный пожаром имуществу лесхоза или других организаций, определяется по балансовой стоимости этого имущества.

Расходы на расчистку гарей и проведение дополнительных санитарных рубок определяются по технологическим картам, применяемым в лесхозе, или по средним сложившимся затратам на 1 га. Из этой суммы вычитается стоимость лесоматериалов, которые могут быть реализованы или использованы для собственных нужд.

Ущерб от повреждения ресурсов побочного пользования принимается на уровне 5% от суммарной стоимости потерь древесины и ущерба от повреждения молодняков.

Ущерб от загрязнения атмосферы продуктами горения принимается в размере 10% от суммарного ущерба, причиняемого пожаром древесиной и молоднякам.

Ущерб животному миру определяется по стоимости лицензии (для охотничьих хозяйств) или по соответствующим таксам (для животных, занесенных в Красную книгу). Этот ущерб принимается в размере 5% от стоимости потерь древесины и ущерба от повреждения молодняков.

Возможна также оценка ущерба исходя из размера комплексной продуктивности земель лесного фонда.

В настоящее время определяется только прямой ущерб от лесных пожаров, в который включаются затраты на тушение, расчистку гарей и лесовосстановление, стоимость погибшей древесины, зданий и сооружений. Потери органического вещества лесной подстилки и живого напочвенного покрова, гибель сформировавшегося под пологом леса подроста, относимые к косвенному ущербу, пока не учитываются и не оцениваются. В итоге современные методики определения ущерба от лесных пожаров учитывают не более 5-10% его фактического размера.

Учет повреждений и оценку прямого ущерба от лесного пожара производят непосредственно после пожара (при составлении акта о лесном пожаре).

Ущерб после **верховых и торфяных пожаров** рассчитывают исходя из затрат на расчистку площади, стоимости отмерших поврежденных деревьев. При возможности реализации части древесины ущерб корректируется на величину стоимости этой древесины.

Ущерб после **низовых пожаров** исчисляется с учетом затрат на очистку площади от захламленности, стоимости древесины предпо-

лагаемого отпада поврежденных деревьев, а также недополученной древесины за счет пониженного прироста:

- при низовых пожарах слабой интенсивности прирост не снижается;

- средней интенсивности - снижается на 20-25% в течение 10 лет;

- сильной - в сосняках снижается на 30-35% в течение 15 лет;

- в ельниках древостой погибают полностью за 1-2 года.

Ущерб после *повреждения огнем лесных культур* (или естественных молодняков) определяется исходя из усредненной себестоимости их создания и выращивания.

При исчислении *затрат на тушение пожара* используют данные по трудозатратам по созданию заградительных полос (таблица 24). Ручные работы тарифицируются по I-II разряду, механизированные по У-УІ. Премияльные выплаты – 40 % и более.

Потери стволовой массы в результате пожара определяют по проценту повреждения запаса стволовой древесины и продолжительности периода снижения прироста, тактовую стоимость стволовой массы погибших деревьев и потери на приросте - по прейскуранту цен на древесину реализуемую на корню. Ущерб от потери средозащитной роли леса исходя из комплексной оценки продуктивности земель лесного фонда.

Примерные *усредненные затраты* на создание и выращивание лесных культур колеблются от 0,2 до 0,4 млн. руб/га (стоимость погибших культур, естественных молодняков в возрасте до 10 лет составляет 200, II-250 - 300, 16-20 - 350, 21-25 - 400. 26-30-450 тыс. руб./га.).

Затраты на расчистку гарей составляют от 1,5 до 4,0 млн. руб/га.

Стоимость древесины определяется путем умножения цены одного кубометра древесины преобладающей породы на общую величину потерь древесины (используется прейскурант цен на древесину, отпускаемую на корню).

Вопросы для самоконтроля

1 Охарактеризуйте распределения типов леса по степени загораемости для условий Беларуси (по И.С.Мелехову, в модификации И. Э. Рихтера).

2 Как определить средний класс пожарной опасности и оформить пожарную карту?

3 Из чего складывается и как определяется ущерб от лесных пожа-

ров?

4 Какие мероприятия включаются в оперативный и в перспективный план противопожарного устройства лесов?

Лабораторная работа

Цель: определение классов пожарной опасности по природным условиям; оформление пожарной карты для части лесничества; разрешение тактических ситуаций при тушении лесных пожаров; составление планов противопожарных мероприятий; определение ущерба от пожаров по вариантам заданий.

Материалы и оборудование: данные нормативов по тушению лесного пожара, таксационное и картографическое описание лесничества, калька, калькуляторы.

Ход работы

Задание 1.

– с плана насаждений лесничества необходимо сделать выкопировку кварталов одного мастерского участка (площадь 1000-1200 га) с нанесением границ кварталов и выделов, номеров и площади, кварталов, кордонов, ближайших населенных пунктов, предприятий, дорог, водоемов и другой ситуации;

– с таксационного описания лесничества на эти кварталы выписать лесоводственно-таксационную характеристику насаждений.

Задание 2.

– для каждого таксационного выдела по шкале И.С.Мелехова определить класс пожарной опасности.

– распределить леса выбранной части лесничества по классам природной пожарной опасности, таблица 27.

Таблица 27 — Распределение лесов лесничества по классам пожарной опасности

Название лесничества, кварталы, выдела	Площадь, га	состав	возраст	Тип леса	Примечание	класс пожарной опасности	Средний класс пожарной опасности

- На скопированной схеме расположения кварталы, отнесенные к I классу пожарной опасности, окрасить в красный цвет, II - в розовый, III - в желтый, IУ - в зеленый, У - в синий,

участки хвойных молодняков I класса возраста внутри пожарных выделов обвести контуром, окрасить в красный цвет и заштриховать в клетку.

Кварталы отнесенные к одному классу пожарной опасности, объединить в пожарные выделы и пронумеровать. Номер пожарного выдела указывать в левом верхнем углу, класс пожарной опасности - в нижнем правом углу каждого квартала.

- Составить ведомость описания пожарных выделов по форме таблицы 28.

Таблица 28 — Ведомость описания пожарных выделов

Номера пожарных выделов	Площадь, га	Состав	Возраст, лет	Тип леса	Класс пожарной опасности	Источники огня и расстояние до выдела	Средства тушения и расстояние до выдела

Задание 3

На основе основных положений темы и вариантов ситуационных задач (таблица 30) провести определение:

- Скорости пожара в фронтальном направлении, м/мин
- Необходимая производительность тушения одним членом команды, м/мин
- Необходимого числа тушителей при непосредственном способе тушения, м/мин
- Необходимого числа тушителей при косвенном способе тушения, м/мин
- Необходимой численности команды по пожаротушению, чел

Задание 4

– На основе основных положений темы составить примерный **оперативный план** противопожарных мероприятий для части лесничества на предстоящий ревизионный период. При выборе тех или иных противопожарных мероприятий учитывать пожарную опасность насаждений, режим охраны, ориентировочные величины затрат на противопожарное устройство.

– На основе основных положений темы составить примерный **план тушения лесных пожаров** для части лесничества на предстоящий ревизионный период. При выборе тех или иных противопожарных мероприятий учитывать пожарную опасность насаждений, режим охраны, ориентировочные величины затрат на противопожарное устройство.

– Обосновать необходимость и целесообразность предлагаемых мероприятий, применения тех или иных машин и механизмов.

Нанести на пожарную карту запроектированные мероприятия и маршрут патрулирования, используя условные обозначения.

Задание 5

– На основе основных положений темы и вариантов данных (таблица 29) провести определение объема работ по тушению (созданию заградительных полос) и ущерба от лесного пожара. К ущербу от лесного пожара относить:

- 1) затраты на тушение пожара (расчет провести в ч/дн и м/см);
- 2) стоимость предполагаемого отпада древесины на корню;
- 3) потери на приросте стволовой древесины;
- 4) затраты на расчистку площадей гарей;
- 5) стоимость создания и выращивания лесных культур;

б) ущерб от потери средообразующей роли леса.

Таблица 29 — Варианты к определению ущерба от пожаров,

Вариант	Вид и интенсивность пожара	Площадь пожара, га	Протяженность заградительной полосы	Состав	Возраст, лет	Средние		Масса стволовой древесины на корню				Общая сумма ущерба, тыс. руб.
						высота, м	диаметр, см	общая	погибшая	Оставляемая для дальнейшего роста	Подлежащая оценке	
1	Низовой, средняя	3,5		8С1Е1Б	25	10,6	9,1		130	-	130	
2	Низовой, сильная	4,4		8С2Е	110	26,1	24,5	320	120	200	120	
3	Верховой	2,8		10С+Б культ	15	8,3	7,9	85	85	-	85	
4	Верховой	8,7		7С2Е1Б	90	25,8	25,0	290	290	-	290	
5	Низовой, сильная	5,2		9С1Б+Е культ.	30	12,6	11,2	130	100	30	100	
6	Низовой, средняя	3,9		10С культ	40	13,5	12,2	160	150	10	160	
7	Верховой	10,5		10С+Е	60	20,4	22,5	230	230	140	90	
8	Низовой, средняя	2,3		9С1Б культ.	20	6,5	6,6	55	20	-	20	
9	Низовой, слабая	1,6		7С3Б культ	30	10,3	9,5	110	5	-	5	
10	Верховой	6,2		10С+Е культ	20	8,5	7,7	80	80		75	
11	Низовой, сильная	2,9		5С5Е	55	22,1	21,8	220	110	60	50	
12	Низовой, средняя	1,8		8С2Е	60	22,8	23,0	310	60	250	30	
13	Верховой	5,0		10Е культ.	35	11,3	10,1	105	105	-	105	
14	Низовой, слабая	1,2		10С+Б	100	25,3	28,0	250	3	3	3	
15	Низовой, сильная	3,9		9С1Б	90	20,3	22,8	200	30	170	30	

Таблица 30 — Варианты ситуационных задач

Варианты	Численность патрульной группы, чел	Тип лесорастительных условий	Класс пожарной опасности	Влагосодержание ЛГМ, %	Площадь пожара на момент обнаружения, га	Скорость ветра, м/с	Скорость пожара в фронтальном направлении, м/мин	Необходимая производительность тушения одним членом команды, м/мин	Необходимое число тушителей при непосредственном способе тушения, м/мин	Необходимое число тушителей при косвенном способе тушения, м/мин	Состав команды по жаротушению, чел
1	5	Зеленомош. т. л.	1	30	1	10					
2	5	Зеленомош. т. л.	2	25	3	9					
3	7	Зеленомош. т. л.	3	20	10	9					
4	7	Зеленомош. т. л.	4	10	10	13					
5	6	Зеленомош. т. л.	5	10	3	10					
6	5	Лиш. т. леса	1	30	1	10					
7	5	Лиш. т. леса	2	25	3	5					
8	5	Лиш. т. леса	3	20	10	10					
9	5	Лиш. т. леса	4	15	10	12					
10	5	Лиш. т. леса	5	10	3	5					
11	5	Сухой трав. покров	1	30	8	3					
12	5	Сухой трав. покров	2	25	10	4					
13	8	Сухой трав. покров	3	20	10	4					
14	8	Сухой трав. покров	4	15	10	4					
15	8	Сухой трав. покров	5	10	15	4					
16	4	Зеленомош. т. л.	5	10	3	5					
17	5	Зеленомош. т. л.	4	15	10	12					
18	5	Зеленомош. т. л.	3	20	10	14					
19	4	Зеленомош. т. л.	2	25	3	5					
20	4	Зеленомош. т. л.	1	30	4	3					
21	4	Лиш. т. леса	5	10	3	5					
22	6	Лиш. т. леса	4	15	15	12					
23	6	Лиш. т. леса	3	20	12	10					
24	6	Лиш. т. леса	2	25	15	5					
25	6	Лиш. т. леса	1	30	15	3					
26	6	Сухой трав. покров	5	10	15	3					
27	6	Сухой трав. покров	4	15	10	4					
28	6	Сухой трав. покров	3	20	10	4					
29	6	Сухой трав. покров	2	26	12	5					
30	6	Сухой трав. покров	1	30	10	3					

Тема 8 Обеспечение радиационной безопасности в лесу

- 1 Законодательная основа системы радиационной безопасности.
- 2 Организационная и функциональная структура системы.

Основные понятия по теме

Законодательная основа системы радиационной безопасности. Радиационный контроль на территории Республики Беларусь осуществляется в целях ограничения и минимизации последствий облучения населения республики от загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами в результате аварии на Чернобыльской АЭС" и выбросов АЭС сопредельных государств.

Под радиационным контролем понимается комплекс взаимосвязанных и обязательных к исполнению административных, организационно-технических, санитарно-гигиенических мероприятий и правовых мер, направленных на снижение воздействия радиации на население и другие категории облучаемых лиц.

Задачей радиационного контроля является получение объективных данных по радиационной обстановке.

Измеряемыми параметрами объектов радиационного контроля являются основные характеристики факторов радиационного воздействия на человека, а именно: для внешнего излучения - мощность экспозиционной дозы (МЭД) и плотность' потока частиц, для внутреннего - концентрация радионуклидов в объектах контроля (вода, воздух, почва, продукты питания, организм человека и др.). Перечень радионуклидов, подлежащих нормированию и контролю, устанавливается нормативными актами Республики Беларусь, утверждаемыми Минздравом.

Основой для планирования и интерпретации его результатов являются республиканские нормативы, утверждаемые Минздравом Республики Беларусь.

Радиационный контроль проводится на следующих территориях (зонах):

А - территория, относящаяся к зонам радиоактивного загрязнения в результате аварии на Чернобыльской АЭС согласно Закона Республики Беларусь "О правовом режиме территорий, подвергшихся

радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС";

Б - территория вероятного радиационного воздействия выбросов АЭС сопредельных государств (30-ти километровые зоны вокруг Игналинской и Чернобыльской АЭС);

В - остальная территория республики.

Группы контроля. На загрязненных территориях все населенные пункты, а также хозяйства, в том числе личные, предприятия, производящие продовольственное и непродовольственное сырье и продукцию (далее - хозяйства) подразделяются на две группы:

1- населенные пункты и хозяйства, в которых за последние 2 года по результатам радиационного контроля не было зарегистрировано превышений допустимых уровней (РДУ) загрязнения радионуклидами заготавливаемой, перерабатываемой и реализуемой продукции;

2-населенные пункты и хозяйства, в которых отмечены факты превышения РДУ производимой продукции за последние 2 года.

Система радиационного контроля в Республике Беларусь представляет собой трехуровневую структуру, состоящую из:

государственного контроля и надзора;

ведомственного контроля;

общественного контроля.

Министерство лесного хозяйства осуществляет ведомственный радиационный контроль в соответствии с требованиями Положения о радиационном контроле в системе Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь.

Министерства, ведомства и организации, осуществляющие лесохозяйственную, лесозаготовительную и иную деятельность в подведомственных лесах, и владеющие заготовленной лесопродукцией, осуществляют радиационный контроль в соответствии с требованиями настоящего Руководства.

Служба радиационного контроля Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь.

Для проведения радиационного контроля в системе Минлесхоза создана служба радиационного контроля.

Служба радиационного контроля Минлесхоза осуществляет радиационный контроль следующих объектов:

- лесных угодий, кроме лесов Министерства обороны и Минсельхозпрода;

- лесосечного фонда, направляемого в разработку в зоне

- древесины, продуктов ее переработки, произведенных в лесном хозяйстве товаров народного потребления, продукции побочного лесопользования в зоне "А";
- зданий и сооружений, прочих объектов, находящихся в ведении лесного хозяйства,
- промышленных отходов и выбросов, транспортных средств, территорий предприятий и организаций лесного хозяйства,
- радиационный контроль на рабочих местах в зоне "А";
- ведомственной сельскохозяйственной продукции (сырья) на месте ее производства во время уборки урожая в зоне "А".

Задачи службы радиационного контроля:

- Обеспечение радиационной безопасности работников лесного хозяйства и населения при посещении лесов и пользовании лесной продукцией.
- Проведение радиационного контроля и мониторинга в лесах, радиационный контроль лесной продукции на всех этапах ее производства и реализации.

Функции службы радиационного контроля:

- Проведение радиационного контроля лесных угодий.
- Осуществление радиационного контроля лесной продукции, на всех этапах ее производства и реализации.
- Контроль за соблюдением требований радиационной безопасности при проведении работ в лесу и на объектах лесного хозяйства
- Методическое руководство службами радиационного контроля министерств и ведомств, осуществляющими контроль лесных угодий и лесной продукции.

Оценка радиационной обстановки на рабочих

местах. Организация дозиметрического контроля и медицинского обследования работников лесного хозяйства.

Оповещение населения о радиационной обстановке в лесах, возможности использования лесной продукции и оформление соответствующей наглядной информации по границам лесных массивов.

Конкретные функции структурных подразделений службы радиационного контроля определяются положениями о соответствующих подразделениях.

Организационная и функциональная структура системы. Общее руководство службой радиационного контроля осуществляется председателем отраслевой комиссии по преодолению последствий катастрофы на ЧАЭС.

Комиссия рассматривает наиболее важные вопросы, связанные с преодолением последствий катастрофы на ЧАЭС, и принимает по ним решения. В своей деятельности комиссия руководствуется "Положением о комиссии Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС в лесхозах республики".

Непосредственное руководство службой радиационного контроля в отрасли возложено на Управление радиационного контроля и радиационной безопасности. Деятельность Управления регламентируется Уставом. В состав Управления входит Центральная лаборатория радиометрии и спектрометрии.

В производственных лесохозяйственных объединениях весь комплекс работ по обеспечению функционирования службы радиационного контроля возглавляет генеральный директор объединения.

Комиссии по ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС в лесхозах созданы в Гомельском и Могилевском ПЛХО. областные комиссии в своей деятельности руководствуется "Положениями о комиссии производственного лесохозяйственного объединения по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС в лесхозах области", которые разрабатывается и утверждается объединениями и согласовывается Минлесхозом Республики Беларусь.

Наиболее важные вопросы, связанные с преодолением последствий катастрофы на ЧАЭС по Брестскому, Витебскому, Гродненскому и Минскому ПЛХО, рассматриваются комиссией Министерства лесного хозяйства совместно с представителями ПЛХО.

Непосредственное руководство службой радиационного контроля в областях возлагается на начальников отделов радиационного контроля, ведущих инженеров-радиологов объединений или заведующих областными лабораториями радиационного контроля, которые осуществляют функции планирования, организации, координации, учета и контроля работы службы радиационного контроля.

В областных производственных лесохозяйственных объединениях в целях координации деятельности постов радиационного контроля лесхозов, осуществления практического и методического руководства создается областные лаборатории радиационного контроля, которые осуществляет свою деятельность в соответствии с "Положением об областной лаборатории радиационного контроля производственного лесохозяйственного объединения", утверждаемым Минлесхозом.

В лесхозах, территория которых загрязнена радиоактивными веществами, службу радиационного контроля возглавляет директор лесхозов, а непосредственное выполнение работ по радиационному контролю и обеспечению радиационной безопасности возлагается на инженера-радиолога, который является руководителем поста радиационного контроля. Деятельность постов радиационного контроля регламентируется "Положением о посте радиационного контроля предприятий лесного хозяйства Республики Беларусь", утвержденным Минлесхозом.

Деятельность службы радиационного контроля Минлесхоза осуществляется в соответствии со "Схемой радиационного контроля в лесах и на объектах лесного хозяйства Республики Беларусь". Службы радиационного контроля производственных лесохозяйственных объединений и предприятий разрабатывают конкретные (пооперационные) схемы радиационного контроля ПЛХО, лесхозов.

Радиационный мониторинг. Как известно, лесные биогеоценозы относятся к наиболее сложным саморегулирующим экосистемам. Они отличаются выразительной ландшафтно-географической изменчивостью, пространственной неоднородностью, продолжительностью жизни древостоев, отрицательной реакцией на антропогенное воздействие. Расширение хозяйственной деятельности, бесконтрольное использование лесных ресурсов, загрязнение окружающей среды радиоактивными и другими выбросами может привести к нарушению их состояния, а в отдельных случаях и до их частичного и полного разрушения. Задачам по оценке состояния биогеоценозов в целом и отдельных их компонентов, установления тенденций в изменениях под влиянием антропогенных факторов, а также прогнозирования возможных негативных результатов воздействия служит система мониторинга, одним из видов которого является радиационный мониторинг окружающей среды. Он предусматривает измерение уровня радиационного загрязнения и доз облучения компонентов биогеоценоза от всех существующих источников.

В условиях нормальной радиационной обстановки решающее значение имеют гигиенические аспекты радиомониторинга, наблюдение за уровнем радиационного загрязнения основных звеньев кормовых цепочек, которые обозначают накопление радионуклидов в продуктах леса и растениеводства. Целью радиомониторинга является накопление информации, необходимой для принятия решений по управлению и регулированию радиационного загрязнения продукции путем разработки и внедрения системы агротехниче-

ских, агрохимических, зоотехнических и организационных мероприятий, а также сохранение и повышение продуктивности биогеоценозов. С учетом конкретных задач и целевого назначения разрабатываются программы мониторинга. Они определяют выбор объектов наблюдений, вид, частоту и периодичность измерения, методы измерения, отбор образцов для дальнейшего лабораторного анализа, приемы статистической обработки результатов, принципы отбора, накопления, обработки информации и их интерпретации.

Несмотря на большую трудоемкость и большие материальные затраты, единственным источником объективной информации о радиационном состоянии являются непосредственные наблюдения и измерения.

Радиационный мониторинг должен включать:

а) периодические измерения мощности дозы γ - и β -излучения на местности;

б) периодический отбор образцов в специально выбранных местах наблюдений и контрольных пунктах, а также выявление концентрации радионуклидов в этих образцах, радиологического состава загрязнения и физико-химических форм радионуклидов;

в) расчет дозовых нагрузок на компоненты;

г) оценку текущего состояния радиационной обстановки;

д) прогноз возможных изменений радиационной обстановки;

е) подготовка информации необходимой для осуществления контроля радиационной обстановки.

Оценка радиационной обстановки дается путем сравнения результатов измерений и расчетов с системой специально разработанных критериев, которые определяют допустимый уровень радиационного воздействия на биогеоценоз.

Система мониторинга лесов Беларуси представлена двумя уровнями.

Первый уровень – оценка общего состояния лесной растительности. Работы по реализации этого уровня начаты в 1989 году. На картографические материалы масштаба 1:500000, которые имеют контуры лесов нанесена биоиндикаторная сетки с шагом 16 км. В узлах сетки, которые попадают на лесные массивы, заложены постоянные пункты учета ППУ. Сетка имеет сгущение в районе Гомеля, Минска, Новополоцка, Витебска и Беловежской пуци. Здесь она заложена с шагом 4 км. Общее количество ППУ превышает 600.

Второй уровень – стационарно экологобиологический. Он включает стационарные объекты, заложенные в северной, средней и южной геоботанических подзонах.

Вопросы для самоконтроля

1 В чем состоит цель создания системы радиационного контроля?

2 Назовите основные структурные элементы системы радиационного контроля.

3 В чем состоит радиационный мониторинг в лесу?

Лабораторная работа

Цель: определение составляющих элементов системы радиационного контроля на предприятиях лесного хозяйства.

Материалы и оборудование: нормативные документы по организации радиационного контроля.

Ход работы

1 На основе основных положений темы и нормативных данных охарактеризовать составляющие элементы системы радиационного контроля на предприятиях лесного хозяйства.

2 На основе основных положений темы и нормативных данных охарактеризовать используемые приборы оценки уровня радиации.

3 На основе основных положений темы и нормативных данных охарактеризовать способы и средства радиационного мониторинга в лесу.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гусев, В. Г. Физико-математические модели распространения пожаров и противопожарные барьеры в сосновых лесах: монография / В. Г. Гусев. – СПб.: ФГУ «СПбНИИЛХ», 2005, 200с.
- 2 Коровин, Г. Н. Таблицы предельных значений площадей и периметров лесных пожаров к началу тушения: временные нормативы по тушению лесных пожаров / Г. Н. Коровин, М. А. Шешуков, С. И. Душа-Гудым. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1986, 27с.
- 3 Мелехов, И. С. Лесная пирология: учеб. пособие / И. С. Мелехов, С. И Душа-Гудым, Е. П.Сергеева . – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 296 с.
- 4 Мельников, В. С. Лесная пирология: учеб. пособие / В. С. Мельников, А. П. Смирнов. – СПб: 2005. – 48 с.
- 5 Мурахтанов, Е. С. Основы лесохозяйственной радиационной экологии: курс лекций / Е. С. Мурахтанов, Н. А. Кочегарова. – Брянск: 1995. – 345 с.
- 6 Переволоцкий, А.Н. Основы ведения лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения: конспект лекций / А. Н. Переволоцкий, И. М. Булавик. – Мн.: Белгослес, 2003. – 144 с.
- 7 Рихтер, И. Э. Лесная пирология с основами радиоэкологии: учебн. пособие / И. Э. Рихтер. – Мн.: БГТУ, 1996. –290 с.
- 8 Усеня, В. В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними: монография / В. В. Усеня. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2002. – 205с.

Учебное издание

Ефименко Владимир Макарович

**ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ
ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
1-75 01 01 «ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО»**

В авторской редакции

Подписано в печать 20.02.2009 г. (20) Формат 60x84 1/16
Бумага писчая № 1. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 5,3
Уч.-изд. л. 4,05. Тираж 25 экз.

Отпечатано в учреждении образования
«Гомельский государственный университет
Имени Франциска Скорины»
246019, г.Гомель, ул. Советская, 104.

