



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**


«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
«Профилактика и тушение природных пожаров»

  
(подпись) Олишевский А.Т.  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
«09» 07 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Безопасность в чрезвычайных ситуациях и защиты  
окружающей среды  
(название кафедры)

  
(подпись) проф. Петухов В.И.  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
«09» 07 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров  
**Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность**  
Специализация «Профилактика и тушение природных пожаров»  
**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 7  
лекции 36 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы 0 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 0/лаб. 0 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.  
в том числе с использованием МАО 0 час.  
самостоятельная работа 36 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
контрольные работы 0  
курсовая работа/курсовой проект – не предусмотрен  
зачет - не предусмотрен  
экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17.08.2015 № 851

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры безопасности в чрезвычайных ситуациях и защиты окружающей среды, протокол от 09.07.2018 № 11.

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Петухов В.И.  
Составитель: доцент Черныш О.Г.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.И Петухов  
(подпись)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.И Петухов  
(подпись)

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров»**

Дисциплина предназначена для специалистов специальности **20.05.01** «Пожарная безопасность» образовательная программа «Профилактика и тушение природных пожаров». Дисциплина «Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров» является обязательной дисциплиной вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули) (согласно учебному плану – Б1.В.ОД.4). Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа (36 часов, в том числе на подготовку к экзамену 27 часов). Дисциплина реализуется на 4 курсе в 7 семестре. Форма контроля – экзамен.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: условия и факторы, способствующие возникновению и распространению лесных пожаров; виды и классификация лесных пожаров; пожарная опасность, её классы и виды; стадии, методы и способы тушения лесных пожаров; подготовка к тушению лесного пожара; управление силами и средствами на пожаре; воздействие лесного пожара на человека; средства тушения; требования безопасности при тушении лесных пожаров.

Предшествующие дисциплины, на основе которых базируется изложение материала дисциплины – «Теория горения и взрыва», «Физико-химические основы развития тушения пожара», «Прогнозирование опасных факторов пожара», «Государственный пожарный надзор», «Профилактика и тушение подземных пожаров», «Мониторинг среды обитания».

**Целью** преподавания дисциплины является изучение вопросов возникновения, обнаружения, развития и тушения лесных пожаров и лесоскладов, а также способов и приёмов ликвидации горения этих пожаров; изучение и применение огнетушащих веществ и технических средств пожаротушения.

**Задачи дисциплины:**

- выявление причин горимости лесов;
- изучение условий возникновения и развития лесных пожаров;
- изучение последствий лесных пожаров;
- разработка технических средств тушения лесных пожаров;
- разработка эффективных методов обнаружения, локализации и тушения лесных пожаров, а также мер противопожарной профилактики в лесах.

Для успешного изучения дисциплины «Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров» у обучающихся должны быть сформированы следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ПК-16</b> знание документационного обеспечения управления в органах и подразделениях ГПС	знает	требования по документообороту в системе МЧС.
	умеет	анализировать данные.
	владеет	основами делопроизводства.
<b>ПК-19</b> знанием организации пожаротушения, тактических возможностей пожарных подразделений на основных пожарных автомобилях, специальной технике и основных направлений деятельности ГПС	знает	основные направления деятельности ГПС.
	умеет	руководить работой основных пожарных автомобилей, специальной техники.
	владеет	основными методами организации тушения пожаров
<b>ПК-20</b> способностью руководить оперативно-тактическими действиями подразделений пожарной охраны Знать: порядок проведения оперативно-тактических действий (ОТД).	знает	порядок проведения оперативно-тактических действий (ОТД).
	умеет	руководить действиями подразделения по тушению пожаров и осуществлению аварийно-спасательных работ.
	владеет	основными методами ведения аварийно-спасательных работ

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 часов)**

### **Раздел 1. Проблемы пожарной безопасности лесов (4 часа).**

#### **Тема 1. Природа лесных пожаров (1час).**

Огонь как экологический фактор. Состояние лесных экосистем до и после появления человека. Лесной пожар как стихийное, неуправляемое распространение огня в лесу. Причины и масштабы лесных пожаров в России.

Горючие материалы, условия, способствующие загоранию этих материалов, источники огня. Основные компоненты лесов.

### **Тема 2. Условия и факторы, способствующие возникновению и распространению лесных пожаров (1 час).**

Источники лесных пожаров. Рельефно-ландшафтные, растительные, природные и другие условия возникновения и распространения лесных пожаров. Виды лесных горючих материалов. Факторы, обуславливающие процесс горения, интенсивность и динамику развития лесного пожара.

### **Тема 3. Виды и классификация лесных пожаров (2 часа).**

Низовые, верховые, почвенные лесные пожары. Факторы, скорости распространения, область распространения, время и причины возникновения. Классификация лесных пожаров по площади распространения.

## **Раздел 2. Пожарная опасность лесов (2 часа).**

### **Тема 1. Пожарная опасность по условиям погоды (1 час).**

Условия возникновения и распространения лесных пожаров в зависимости от погодных условий. Текущий уровень пожарной опасности в лесу. Определение показателя пожарной опасности в лесу. Шкала классов пожарной опасности.

### **Тема 2. Основные признаки вида лесного пожара и его интенсивности. (1 час).**

Виды и интенсивность лесных пожаров и соответствующие им классы пожарной опасности по условиям погоды. Основные виды горючих материалов, их характеристика и особенности пожара.

## **Раздел 3. Тушение лесных пожаров (12 часов)**

### **Тема 1. Организация тушения природных пожаров (2 часа).**

Элементы пожара. Формы развития пожара и факторы, от которых они зависят. Действия РТП при тушении крупных лесных пожаров. Схема руководства при тушении крупного пожара. Обязанности руководителя по тушению. Инструктаж на месте тушения пожара. Разведка пожара. Цель разведки

и действия, основанные на полученных данных разведки пожара. Стадии тушения лесного пожара.

### **Тема 2. Тактика и методы тушения лесного пожара (2 часа).**

Тактика как совокупность приёмов борьбы с пожаром в конкретных условиях. Выбор методов тушения в зависимости от пожарной обстановки. Методы прямой, параллельной и не прямой атаки. Метод «одной ногой на чёрном». Определение места атаки. Тактические приёмы тушения лесного пожара. Атака с фронта, с флангов, с тыла пожара. Атака по всем направлениям. Хотспоттинг.

### **Тема 3. Способы тушения лесного пожара (2 часа).**

Выбор способа и технических средств для тушения в зависимости от вида, интенсивности, скорости распространения пожара, окружающей обстановки, наличия сил и средств, тактических приёмов и сроков тушения, метеорологической обстановки. Захлёстывание огня, засыпка кромки пожара грунтом, прокладка минерализованных полос.

### **Тема 4. Строительство линии отсечки огня (3 часа).**

Заградительная и опорная минерализованные полосы и канавы. Цели создания линии отсечки. Прокладка полос граблями, лопатами, химическими растворами, пенами, почвообрабатывающими механизмами, взрывчатыми веществами для изоляции горячей кромки пожара от горючих материалов. Основные принципы расположения линии отсечки. Якорные точки. Правила строительства линии отсечки на склонах, у оврагов, расщелин, каньонов. Метод «холодного преследования». Расположение линии отсечки на вершине холма. Опасность распространения огня через линию отсечки за счёт конвекции и теплового излучения.

### **Тема 5. Зачистка территории (1 час).**

Цель зачистки территории после завершения строительства первоначальной линии отсечки огня. Основные принципы зачистки. Поиск тлеющих участков. Приметы горячих участков.

### **Тема 6. Отжиг горючих материалов (2 часа).**

Отжиг как наиболее эффективный способ тушения верховых и низовых пожаров высокой и средней интенсивности. Правила проведения отжига. Способ «ступенчатого огня», способ «опережающего огня», способ «гребёнки».

#### **Раздел 4. Тушение лесного пожара водой (5 часов).**

##### **Тема 1. Тушение лесного пожара водой и огнетушащими растворами (1 час).**

Вода как наиболее эффективное и распространённое средство для решения задачи как предварительной остановки распространения кромки пожара, так и полного его тушения. Использование насосных установок пожарных автоцистерн, пожарных мотопомп (переносных, прицепных, малогабаритных), навесных насосов, лесных огнетушителей. Использование пенообразователей, смачивателей, полимеров.

##### **Тема 2. Виды насосно-рукавных систем (1 час).**

Насосно-рукавные системы, используемые на лесном пожаре. Правила прокладки магистральной линии к фронту пожара. Способ перекачки. Последовательное соединение с подачей одного ствола. Смешанное соединение. Рабочая длина струи.

##### **Тема 3. Тушение с применением химических веществ (2 часа).**

Классификация химических составов, применяемых для тушения лесных пожаров. Смачивающие химикаты (сульфанол, ПАВ, смачиватели группы ОП-7, ОП-10). Огнетушащие соли, растворы ПАВ. Ретарданты. Правила работы с химсоставами.

##### **Тема 4. Тушение с применением авиации (1 час).**

Случаи применения вертолётов и самолётов для тушения лесных пожаров. Задачи, решаемые с помощью тушения с воздуха. Возможность и целесообразность применения авиационных методов тушения.

#### **Раздел 5. Особенности тушения лесных пожаров (3 часа).**

### **Тема 1. Особенности тушения низовых пожаров (1 час).**

Тушение слабых весенних низовых пожаров средней интенсивности. Тушение низовых пожаров средней интенсивности в засушливые периоды весной и летом. Создание минерализованных полос после их остановки. Применение отжига для тушения низовых пожаров высокой интенсивности.

### **Тема 2. Особенности тушения верховых пожаров (1 час).**

Распространение верхового огня на участках хвойного молодняка. Тушение мощными распылёнными струями. Применение отжига для тушения верховых пожаров средней и высокой интенсивности. Использование способа «ступенчатого отжига». Локализация опашкой.

### **Тема 3. Особенности тушения пожаров в лесах, загрязнённых радионуклидами (1 час).**

Природная и антропогенная миграция радионуклидов. Лес как природный аккумулятор радионуклидов. Требования и ограничения по охране лесов с плотностью радиоактивного загрязнения почв цезием-137 от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup>; от 5 до 15 Ки/км<sup>2</sup>; свыше 15 Ки/км<sup>2</sup>. Спецодежда и средства индивидуальной защиты для работников, направляемых на тушение таких пожаров.

## **Раздел 6. Подготовка к тушению лесного пожара (2 часа).**

### **Тема 1. Сбор, выезд и следование на место пожара (1 час).**

Обстоятельства, которые необходимо оценить при следовании на место пожара. Безопасность личного состава; характер ландшафта, тип топлива; погодные условия; столб дыма; цвет дыма; пути доступа; преграды на пути пожара; источники воды; имеющиеся в распоряжении средства; вспомогательные ресурсы.

### **Тема 2. Прибытие на пожар (1 час).**

Первый этап после прибытия на пожар: создание штаба пожаротушения; разведка; нанесение на карту-схему местности данных разведки; оценка обстановки. Принятие первоначального плана пожаротушения, определение системы связи, путей отступления и зон безопасности. Определение



организационной и командной структур. Второй этап: инструктаж группы; создание надёжной, замкнутой минполосы. Случай, когда тушение начинают не с фронта пожара. Третий этап: оценка развития пожара и развитие первоначального плана пожаротушения; внесение изменений в первоначальный план при необходимости; передача необходимой информации о пожаре в диспетчерский пункт.

## **Раздел 7. Управление силами и средствами на пожаре (2 часа).**

### **Тема 1. Основные обязанности руководителя (1 час).**

Оперативное управление подразделениями в процессе тушения пожара. Требуемые личные и профессиональные качества руководителя. Постановка задач. Организация взаимодействия между подразделениями. Проверка экипировки, средств тушения и другого оснащения. Распределение нагрузки и обеспечение контроля над ходом работ и поведением персонала. Установка графика отдыха, питания и другого обслуживания работников.

### **Тема 2. Психологические аспекты управления (1 час).**

Применение творческих и нестандартных методов руководства в быстро меняющейся ситуации. Постановка целей, задач с учётом индивидуальных способностей и уровней подготовки. Решение конфликтов в команде. Психическое и физическое состояние подчинённых, критические моменты. Применение специальных методов работы с различными реакциями на стресс.

## **Раздел 8. Воздействие лесного пожара на человека (2 часа).**

### **Тема 1. Факторы, негативно влияющие на человека при тушении лесного пожара (1 час).**

Организационные факторы; технические факторы; опасные факторы лесного пожара; санитарно-гигиенические факторы; биологические факторы; климатические факторы; бытовые. Специфика лесопожарных работ и соблюдение необходимых требований при работе на тушении.

## **Тема 2. Поведение работающих на тушении при возникновении катастрофических ситуаций (1 час).**

Потенциально опасные ситуации, возникающие при тушении лесных пожаров и их причины. Чрезвычайная пожарная опасность по условиям погоды. Наличие перед фронтом пожара легковоспламеняющегося горючего материала. Слияние мелких очагов горения в один и образование крупных пожаров. Действия работника при окружении огнём. Меры, принимаемые при угрозе приближения огня к населённым пунктам.

## **Раздел 9. Средства тушения (2 часа).**

### **Тема 1. Ранцевая аппаратура для тушения пожаров водой и ручные инструменты (1 час).**

Ранцевые лесные огнетушители, их характеристики. Воздуходувки, их характеристики. Ручные инструменты и их применение на тушении лесных пожаров (лопата, топор, топор-кирка, комбинированный топор-лопата, мотыга, грабли обыкновенные, грабли специальные из проволоки и металлической пластины, хлопущка из прорезиненной ткани и др.). Общие требования к ним.

### **Тема 2. Специальные лесопожарные агрегаты и устройства (1 час).**

Оборудование для производства отжигов. Зажигательные аппараты ЗА-4 «Ермак». Зажигательные свечи. Факелы из подручных материалов. Мотопомпы (прицепные, плавающие, переносные, высокого давления, высоконапорные, бензиновые для сильнозагрязнённой воды и др.). Почвообрабатывающие орудия с пассивными рабочими органами для прокладки минерализованных полос, канав, противопожарных дорог и разрывов. Почвообрабатывающие орудия и машины с активными рабочими органами для прокладки минерализованных полос и непосредственного тушения кромки огня. Самоходные машины и специальные лесопожарные агрегаты. Лесопожарные устройства и ёмкости для доставки воды на пожар и тушения с воздуха.

## **Раздел 10. Требования безопасности при тушении лесных пожаров (2 часа).**

### **Тема 1. Общие требования безопасности во время работы (1 час).**

Обязанности работодателей, направляющих работников на тушение лесных пожаров. Индивидуальные средства защиты и спецодежда, инвентарь, специальное пожарное оборудование, индивидуальные медицинские пакеты и т.д. Требования безопасности перед началом работ. Требования безопасности во время работ на тушении лесного пожара. Требования безопасности при устройстве лагеря; во время грозы; в аварийных ситуациях; по окончании работ. Ответственность руководителя за соблюдение требований безопасности и за безопасность работающих на пожаре.

### **Тема 2. Требования безопасности при применении взрывчатых материалов на тушении лесных пожаров (1 час).**

Требования при перевозке ВМ самолётами и вертолётами. Доставка ВМ к месту пожара. Прокладка минерализованных полос с помощью ВМ.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (36 час.)**

#### **Занятие 1. Оценка природной пожарной опасности (4 часа).**

Освоение методики расчета комплексного показателя пожарной опасности по погодным условиям. В настоящий момент оценка природной пожарной опасности лесных массивов производится на основе расчета индексов, использующих наземные метеорологические измерения температуры и влажности воздуха, а также количества выпавших осадков.

В России ГОСТ Р 22.1.09-99 «Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования» устанавливает использование комплексного показателя пожарной опасности В.Г. Нестерова (КП), предложенного им в 1949 году. Основание у показателя В.Г. Нестерова отражает условия испарения со свободной водной поверхности, протекающего до полного исчезновения влаги. Однако ЛГМ (мхи, лишайники, опад и др.) являются гигроскопичными, следовательно, испарение из них происходит не полностью, а только до уровня

равновесной влажности, зависящей от температуры и относительной влажности воздуха. По этой причине кустистые лишайники не высыхают до горимого состояния при относительной влажности воздуха более 85 %, а мох Шребера – свыше 60 %. Длительное повышение влажности воздуха может приводить к увлажнению мхов, лишайников и опада до негоримого состояния, несмотря на то, что показатель будет увеличиваться. Этот недостаток был устранен путем введения в основание показателя поправки на гигроскопичность горючих материалов. Так как весенние и осенние пожары в Забайкалье и на Дальнем Востоке могут возникать и распространяться даже при минусовых температурах, применим комплексный показатель ПВГ – показателя влажности зеленых мхов с учетом их гигроскопичности.

## **Занятие 2. Составление карт растительных горючих материалов и текущей природной пожарной опасности (4 часа).**

Определить на каждом участке растительности по его внешним признакам критические классы засухи, при которых данный участок достигает готовности к горению в разные периоды сезона.

Главным условием существования лесного пожара является распространение его по территории, которая покрыта растительными горючими материалами. Их видовое разнообразие, динамика запасов и влагосодержания очень велики как в пространстве, так и во времени. Это предопределяет разнообразие возможностей и характера горения участков растительности, а также последствий пожаров.

Для успешного планирования во время контролирования пожаров необходимо учитывать готовность к горению (состояние «пожарной зрелости») участков вокруг пожара, прогнозировать скорость и интенсивность горения, использовать преграды и рубежи. Это возможно только при наличии крупномасштабных карт РГМ (1:10 000–1:50 000), основой которых может служить неокрашенный план лесонасаждений (в виде лесоустроительных

планшетов) с прилагающимся к нему пирологическим описанием таксационных выделов.

### **Занятие 3. Прогноз поведения лесного пожара (4 часа).**

Освоение методики прогноза поведения лесного (низового) пожара на основе крупномасштабных карт растительных горючих материалов и метеорологической информации.

Прогноз поведения обнаруженного лесного пожара позволяет рассчитать оптимальные силы и средства для тушения, предусмотреть опасные тенденции и ситуации в его распространении и развитии (вероятность угрозы населенным пунктам или ценным объектам и т. д.), составить оптимальный план управления этим пожаром. Сценарии распространения пожара и его последствий на определенной площади при различных погодных условиях необходимы для выбора оптимальных времени и технологии целевых выжиганий.

### **Занятие 4. Физико-химические процессы горения лесных горючих материалов (4 часа).**

Освоение методики определения количества продуктов сгорания ЛГМ, их теплотворной способности и действительной температуры горения.

Растительные (древесные и травянистые) материалы, способные воспламеняться от источников высоких температур подразделяются на 3 группы: легковоспламеняющиеся и быстрогорящие (сухая трава, опавшие листья, хвоя, мелкие ветки, сучья, некоторые кустарнички, самосев и др.), которые способствуют быстрому распространению огня и служат воспламенителями для медленновоспламеняющихся материалов; медленновоспламеняющиеся и медленногорящие лесные горючие материалы (валежник, пни, сухостой, нижние слои лесной подстилки, кустарники и деревья), способствующие усилению и развитию горения; травянистые растения и мхи, которые вследствие высокого содержания влаги сдерживают распространение горения.

Курбатский предложил выделять в лесах проводники горения и материалы, поддерживающие и задерживающие распространение горения. Горимость лесов определяется по скорости высыхания основных проводников горения, объектов первоначального загорания в лесу – лесная подстилка, сухая отмершая трава, определенные виды живого почвенного покрова, валежник. Скорость пожарного созревания напочвенных покровов определяет пожароопасность лесных участков по быстроте возможности наступления пожаров в них с установлением бездождевого периода.

### **Занятие 5. Составление оперативного плана тушения лесного пожара (тактические способы и приемы тушения лесного пожара (4 часа)).**

Ознакомление с основными тактическими способами и приемами тушения лесного пожара.

При составлении оперативного плана тушения лесного пожара необходимо в короткий срок определить количество сил и средств пожаротушения, время их доставки к пожару, способы и приёмы тушения, продолжительность локализации пожара, как на отдельных участках, так и в целом. После утверждения общего плана тушения пожара дальнейшая детализация операций производится по формулам, номограммам и таблицам, что значительно ускоряет составление документов. Рассчитывается время начала и окончания работ на разных участках пожара, число занятых людей и технических средств, виды, последовательность и объемы выполняемых работ и т.д. Кроме того, можно оперативно рассчитывать мероприятия по привлечению дополнительных сил и средств и маневрированию ими в процессе тушения. В связи с тем, что обстановка на пожаре часто непредвиденно меняется, тактические расчеты помогают в разные периоды тушения своевременно корректировать действия по борьбе с пожаром.

### **Занятие 6. Составление оперативного плана тушения лесного пожара (тактические расчеты параметров локализации лесного пожара) (4 часа).**

Освоение методики прямых и косвенных тактических расчетов параметров локализации лесного пожара.

Тактические расчеты являются необходимым инструментом для получения руководителем тушения информации, позволяющей оперативно оценить обстановку на пожаре, принимать правильные решения в быстро меняющейся обстановке.

При выполнении тактических расчетов следует учитывать параметры условий среды и пожара (лесоводственные, метеорологические, тактико-технические данные средств тушения и т.д.) и параметры управления (способы тушения, количество технических средств, время начала и возможного окончания работ по тушению, ширина и направление заградительных полос и т.д.). Все тактические расчеты по характеру решаемых вопросов подразделяются на прямые и обратные.

Первые позволяют получить количественные данные для определения ожидаемого результата при использовании привлекаемых сил и средств одного из вариантов действий. Например, локализация пожара осуществляется заранее установленным количеством технических средств, и прямой расчет производят с целью определения времени локализации, размера выгоревшей площади, затрат на выполнение работ, т.е. оценивается эффективность данного варианта тушения.

Вторые делают в тех случаях, когда при принятии решения необходимо определить, какое количество сил и средств потребуется для достижения заданного результата (например, локализовать пожар в течение суток). Тактические расчёты помогают руководителю тушения пожара в сложной обстановке принять правильное решение в короткий промежуток времени. Поэтому методика расчетов должна обеспечивать точность и быть простой и быстро выполнимой.

### **Занятие 7. Определение ущерба, причиненного лесным пожаром (4 часа).**

Освоение методики расчета общих потерь древесины и проведения денежной оценки этих потерь.

Учёт повреждений, определение потерь древесины и иных потерь производится непосредственно после ликвидации пожара. С этой целью в установленном порядке определяются и уточняются местонахождение и величина выгоревшей площади (в том числе лесной и покрытой лесной растительностью), преобладающая порода и средний её диаметр в повреждённых огнём древостоях, составляется схематический чертёж пожарища с привязкой его границ к ближайшим просекам или другим ориентирам. На плано-картографический материал наносятся контуры пожара и уточняются пройденные огнём площади молодняков естественного происхождения, сомкнувшихся и несомкнувшихся лесных культур, площадей, пройденных содействием естественному возобновлению. Выявляется возможность разработки горельника, вывозки и реализации заготовленной древесины не позднее одного года после пожара.

По степени повреждения или сгорания отдельных частей деревьев и различных компонентов фитоценоза определяется вид и интенсивность пожара. При этом, если не менее 30% площади пожарища пройдено другим видом пожара, учёт ущерба определяется по каждому его виду.

В расчётах ущерба от лесного пожара используются действующие региональные ставки лесных податей, лесотаксационные и экономические нормативы.

Сведения об ущербе, нанесённом лесным пожаром, указываются в Протоколе о лесном пожаре, Книге регистрации лесных пожаров и статистической отчётности о лесных пожарах.

### **Занятие 8. Составление протокола о лесном пожаре (4 часа).**

Освоение методики и приобретение практических навыков составления «Протокола о лесном пожаре».

В случае, когда в результате нарушения требований пожарной безопасности в лесах или по другой причине возник лесной пожар, составляется Протокол о лесном пожаре.



Руководитель лесхоза, не дожидаясь окончания работ по тушению пожара, должен определить, имеются ли признаки уничтожения или повреждения лесов, определяющие уголовную ответственность. Если такие признаки имеются, то, не дожидаясь составления протокола о лесном пожаре, руководитель немедленно направляет письменное заявление в органы внутренних дел с подробным указанием места, времени, причинах и других обстоятельствах возникновения и обнаружения пожара, наступивших или возможных последствиях, данных об установленных или предполагаемых лицах совершивших нарушение требований пожарной безопасности. При отсутствии данных о виновниках пожара, может быть сделана ссылка на отсутствие гроз, как косвенное доказательство того, что пожар явился результатом умышленных или неосторожных действий. Задержка такого заявления до составления протокола о лесном пожаре или выявления виновного лица затрудняют розыск нарушителя (преступника).

Протокол о лесном пожаре составляется руководителем тушения или другим работником гослесоохраны не позднее 5 суток после ликвидации пожара, а затем, не позднее 3 суток, передается лесничему, который проверяет протокол и заполняет данные в графы бланка протокола об ущербе и в течение 3 суток направляет его в лесхоз. Если в лесничестве нет возможности заполнить данные об ущербе, протокол немедленно направляется в лесхоз.

Лесхоз ставит на протоколе дату поступления и номер по книге учета пожаров, проверяет правильность заполнения, заполняет данные о виновниках, ущербе и другие данные. К протоколу прилагается: схематический чертеж пожарища (желательно выкопировку из плана лесонасаждений) с указанием вида и интенсивности пожара и категорий лесных насаждений, данные для расчета ущерба от потерь древесины на корню, уничтоженных огнем культур, молодняков, от потерь готовой продукции, стоимости работ и прочих расходов. В расходы на тушение включаются также (по справкам авиабаз) затраты авиалесоохраны на обнаружение и тушение пожара, и другие затраты.

## **Занятие 9. Структура управления охраной лесов от пожаров (4 часа).**

Ознакомление со структурой государственного управления в области охраны лесного фонда, с задачами государственной лесной охраны; проведение анализа основных направлений деятельности функциональной структуры охраны лесов от пожаров. Выявление несоответствий и анализ существующих разночтений в законодательстве на уровне муниципальных районов и регионов.

Проведение работ по обеспечению охраны лесов от пожаров является одной из основных задач Государственной лесной охраны Российской Федерации, в состав которой входят наряду с работниками государственных органов управления лесным хозяйством и летчики-наблюдатели, а также другие специалисты баз авиационной охраны лесов, для которых охрана лесов от пожаров является профилирующим направлением их деятельности.

В соответствии с Лесным кодексом Российской Федерации, государственное управление в области охраны лесного фонда относится к полномочиям органов государственной власти всех уровней, которые через органы управления лесным хозяйством организуют выполнение мероприятий по охране и защите лесов. Охрана и защита лесов осуществляется наземными и авиационными методами, лесхозами Федерального органа управления лесным хозяйством базами авиационной охраны лесов и другими организациями федерального органа управления лесным хозяйством.

Отнесение площади лесного фонда к зонам авиационной и наземной охраны согласовывается руководителями региональных органов управления лесным хозяйством и соответствующей базы авиационной охраны лесов. Границы районов наносятся на специальные карты. Разделение лесного фонда на районы охраны является основанием для планирования размещения сил и средств пожаротушения, не исключая совместных действий наземной и авиационной служб. Зоны авиационной охраны лесов условно разделяется на два района: в одном тушение лесных пожаров обеспечивают авиационные силы и средства (авиационная борьба), в другом Авиалесоохрана осуществляет только обнаружение лесных пожаров (авиационное патрулирование) и оповещает о них наземную лесную охрану для принятия мер. Зоны наземной охраны лесов, в свою

очередь, подразделяется на районы, где борьбу с лесными пожарами осуществляет лесная охрана, пожарно-химические станции и механизированные отряды, специализированные подразделения лесопользователей, других организаций, физическими и юридическими лицами, за которыми закреплены (переданы в аренду) определенные участки леса.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций			Оценочные средства	
					текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1-6, 8 - 10	<b>ПК-16</b> знание документационного обеспечения управления в органах и подразделениях ГПС	знает	требования по документообороту в системе МЧС.	УО-1 ПР-12	Вопросы к экзамену № 9-25, 38-41 Практ. раб. № 1-6, 8
			умеет	анализировать данные.		
			владеет	основами делопроизводства.		
2	Раздел 1-6, 8 - 10	<b>ПК-19</b> знание организации пожаротушения, тактических возможностей пожарных подразделений на	знает	основные направления деятельности ГПС.	УО-1 ПР-12	Вопросы к экзамену № 9-25, 38-41 Практ. раб.
			умеет	руководить работой основных пожарных автомобилей,		

		основных пожарных автомобилях, специальной технике и основных направлений деятельности ГПС		специальной техники.		№ 1-6, 8
			владеет	основными методами организации тушения пожаров		
3	Раздел 2, 3, 5, 6, 7, 10	<b>ПК-20</b> способность руководить оперативно-тактическими действиями подразделений пожарной охраны Знать: порядок проведения оперативно-тактических действий (ОТД).	знает	порядок проведения оперативно-тактических действий (ОТД).	УО-1 ПР-12	Вопросы к экзамену № 26-37, 42-50 Практ. раб. № 3, 5, 9
			умеет	руководить действиями подразделения по тушению пожаров и осуществлению аварийно-спасательных работ.		
			владеет	основными методами ведения аварийно-спасательных работ		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Иванов, А. В. Лесная пирология [Электронный ресурс]: конспект лекций / А. В. Иванов. — Электрон. текстовые данные. — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. — 279 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23604.html>
2. Однолько, А. А. Пожарная тактика. Планирование и организация тушения пожаров [Электронный ресурс]: курс лекций / А. А. Однолько, С. А. Колодяжный, Н. А. Старцева. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 145 с. — 978-5-89040-424-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22665.html>

3. Таксация леса: Учебное пособие / Мусиевский А.Л., Мироненко А.В. - Воронеж:ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2015. - 122 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/858435>

#### **Дополнительная литература**

1. Шушлебин, И. Ф. Чрезвычайные ситуации. Часть II. Чрезвычайные ситуации природного характера [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. Ф. Шушлебин. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2009. — 37 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54803.html>
2. Андрианов, Е. А. Практикум по пожаровзрывозащите [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2016. — 148 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72735.html>
3. Средства индивидуальной защиты органов дыхания пожарных (СИЗОД) [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Грачев, С. В. Собурь, И. В. Коршунов, И. А. Маликов. — Электрон. текстовые данные. — М.: ПожКнига, 2012. — 190 с. — 978-5-98629-039-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13366.html>

#### **Нормативно-правовые материалы**

1. «Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 № 200-ФЗ.
2. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности".
3. Федеральный закон о защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля. 26 декабря 2008 года № 294-ФЗ.

4. Постановление Правительства Российской Федерации «О лицензировании деятельности по тушению в населённых пунктах, на производственных объектах и объектах инфраструктуры, по тушению лесных пожаров» от 31 января 2012 г. № 69.
5. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федеральный закон № 123-ФЗ. – М.: Проспект, 2014, 112 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:747509&theme=FEFU> НБ ДВФУ – 1 экз.

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Видеосистема для демонстрации слайдов с помощью программного приложения Microsoft Power Point.

Информационные справочные системы, возможности которых студенты могут свободно использовать:

1. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>;
2. Электронно-библиотечная система Znanium.com НИЦ "ИНФРА-М" <http://znanium.com/>
3. Электронная библиотека "Консультант студента" КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - электронная библиотека технического вуза. <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Электронно - библиотечная система образовательных и просветительских изданий в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. <http://www.iqlib.ru>
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online». [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

<b>Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест</b>	<b>Перечень программного обеспечения</b>
Компьютерный класс кафедры БЧС и ЗОС, Ауд. Е720, 15	– Microsoft Office Professional Plus 2010 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами,

	электронными таблицами, базами данных и др.); – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – CorelDRAW Graphics Suite X7 (64-Bit) - графический редактор;
--	---

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.

Для освоения дисциплины «Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров» студент должен постоянно работать с лекционным материалом, активно работать на практических занятиях и самостоятельно работать с учебно-методической литературой. Активно использовать текущие консультации, которые дает преподаватель в процессе прохождения дисциплины, для закрепления пройденного материала.

При подготовке к практическим занятиям студентам предлагаются следующие практические работы.

### Практическая работа № 1. Оценка природной пожарной опасности

**Цель:** освоить методику расчета комплексного показателя пожарной опасности по погодным условиям.

В настоящий момент оценка природной пожарной опасности лесных массивов производится на основе расчета индексов, использующих наземные метеорологические измерения температуры и влажности воздуха, а также количества выпавших осадков.

В России ГОСТ Р 22.1.09-99 «Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования» устанавливает использование комплексного показателя пожарной опасности В.Г. Нестерова (КП), предложенного им в 1949 году.

**Комплексный показатель В.Г. Нестерова.** Расчет показателя выполняется как баланс влияния иссушающих и увлажняющих метеорологических факторов на влагосодержание эталонного растительного горючего материала. В качестве иссушающих факторов учитываются температура воздуха ( $t$ ) в 12-14 часов и недостаток насыщения в виде разности между температурой воздуха и температурой точки росы ( $t - t_d$ ) в одно и то же время, в

качестве увлажняющего фактора – количество осадков в виде их суммы за 24 часа. В качестве эталонного растительного горючего материала в России (как и в Канаде) принят слой зеленых мхов на дренированной почве в сосновом лесу.

Показатель учитывает совместное влияние температуры воздуха и температуры точки росы на высыхание ЛГМ за бездождевой период и тем самым характеризует степень засушливости погоды. Основанием показателя выступает произведение  $t \cdot (t - t_d)$ . Показатель В.Г. Нестерова рассчитывается по следующей формуле:

$$ПН_n = ПН_{n-1} \cdot K_{oc} + [t \cdot (t - t_d)]_n \quad (1.1)$$

где:  $t$  – температура воздуха в 12-15 ч местного времени или в ближайший к нему срок синхронных метеорологических наблюдений, °С;

$t_d$  – температура точки росы за тот же срок, °С;

$n$  – день, для которого рассчитывается показатель;

$n-1$  – предыдущий день;

$K_{oc}$  – коэффициент поправок на осадки (учитывается сумма осадков за предыдущие 24 ч; равен единице, если количество осадков менее 2,5 мм, равно нулю, если количество осадков больше или равно 2,5 мм).

Таким образом, степень пожарной опасности по условиям погоды оценивается показателем, который учитывает метеорологические факторы, влияющие на изменение влажности лесных горючих материалов. Для вычисления этого показателя необходимы следующие данные: температура воздуха и точка росы на 12–14 ч по местному времени; количество выпавших осадков за предшествующие сутки (т. е. за период с 12–14 ч предыдущего дня). Атмосферные осадки менее 2,5 мм при вычислении комплексного показателя не учитываются.

Расчет комплексного показателя пожарной опасности ведется в течение теплого периода ежедневно от схода снежного покрова весной до установления его осенью. В зависимости от значения комплексного показателя установлены границы классов загораемости шкалы В. Г. Нестерова для определения степени пожарной опасности лесов по условиям погоды (прил. 1, табл. 1). Приведенная шкала классов пожарной опасности является стандартной для всего лесного фонда РФ. В отдельных регионах применяют местные шкалы пожарной опасности, разработанные исходя из комплексных показателей и соответствующей им фактической горимости лесов конкретного региона.

Способность лесных горючих материалов к воспламенению зависит от продолжительности периода без выпадения атмосферных осадков, при увеличении которого происходит подсушивание лесных горючих материалов, и для их увлажнения в дальнейшем требуется значительное количество атмосферных осадков. Периодически выпадающие осадки, увлажняя горючий материал, снижают пожарную опасность в лесу, а при их выпадении в количестве 3 мм и более значение комплексного показателя принимается за 0 (ноль), а затем исчисляется обычным порядком. В то же время для возникновения пожара достаточно подсыхания только верхнего слоя лесного горючего материала. Значительное влияние на данный процесс оказывает облачность. Следует отметить, что после длительного засушливого периода выпадение даже значительного количества атмосферных осадков не может обеспечить полную негоримость лесов. Поэтому значение комплексного показателя за предыдущий период после выпадения осадков в количестве 3 мм и более при высокой горимости лесов (IV класс загораемости) не сбрасывается до нуля, а лишь уменьшается наполовину и в дальнейшем исчисляется обычным путем.

В начале весны (после таяния снега) и в конце осени (при отрицательных температурах) при длительном периоде без осадков класс пожарной опасности повышается с I до II, со II до III через каждые десять дней, независимо от значения вычисленного показателя. Весной и осенью, при скорости ветра более 6 м/с на протяжении не менее трех дней подряд, производится однократное повышение пожарной опасности лесов на один класс горимости, а численное выражение комплексного показателя принимают по среднему значению следующего класса, и дальнейшее его увеличение ведется в обычном порядке. Вычисление



показателя пожарной опасности начинается со дня установления пожароопасного периода, продолжается ежедневно и заканчивается осенью с установлением снежного покрова.

Практика применения комплексного показателя и основанной на нем шкалы пожарной опасности выявила ряд недостатков, основным из которых является то, что влияние осадков на пожарную опасность в лесу показателем учитывается очень грубо. Для этого задано пороговое значение осадков в 2,5 мм/сут. Вторым недостатком – не учитываются различия в увлажнении рыхлого верхнего слоя напочвенного покрова и плотного нижнего слоя (подстилки).

**Комплексный показатель ПВГ.** Основание у показателя В.Г. Нестерова отражает условия испарения со свободной водной поверхности, протекающего до полного исчезновения влаги. Однако ЛГМ (мхи, лишайники, опад и др.) являются гигроскопичными, следовательно, испарение из них происходит не полностью, а только до уровня равновесной влажности, зависящей от температуры и относительной влажности воздуха. По этой причине кустистые лишайники не высыхают до горимого состояния при относительной влажности воздуха более 85 %, а мох Шребера – свыше 60 %. Длительное повышение влажности воздуха может приводить к увлажнению мхов, лишайников и опада до негоримого состояния, несмотря на то, что показатель будет увеличиваться. Этот недостаток был устранен путем введения в основание показателя поправки на гигроскопичность горючих материалов. При этом разность  $(t - t_d)$  была уменьшена на  $5^\circ$ , а первый множитель увеличен на  $10^\circ$ , то есть новое основание приняло вид  $(t + 10) \cdot (t - t_d - 5)$ . Введенная поправка предоставила следующие преимущества. Уменьшение разности  $(t - t_d)$  на  $5^\circ$  привело к тому, что при величине разности меньше  $5^\circ$ , то есть при относительной влажности воздуха днем выше 85%, основание становится отрицательным и показатель начинает уменьшаться даже при отсутствии дождя. С помощью увеличения первого множителя на  $10^\circ$  удалось добиться того, чтобы величина нового основания оставалась в среднем на уровне прежнего, что позволило пользоваться одними и теми же шкалами. Еще одной полезной особенностью нового основания является то, что его можно рассчитывать даже при отрицательной температуре воздуха (до  $-10^\circ$ ). Ведь весенние и осенние пожары в Забайкалье и на Дальнем Востоке могут возникать и распространяться даже при минусовых температурах.

Показатель с новым основанием обозначается ПВГ (показатель влажности зеленых мхов с учетом их гигроскопичности) и определяется по формуле:

$$(ПВГ)_n = [(ПВГ)_{n-1} + (t + 10^\circ) \cdot (t - t_d - 5^\circ)] K_n \quad (1.2)$$

где:  $t$  – температура воздуха в 15-16 ч,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $t_d$  – температура точки росы в 15-16 ч,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $n$  – день, для которого рассчитывается показатель;  
 $n-1$  – предыдущий день;  
 $K_n$  – коэффициент поправок на осадки:

$$K = \frac{1,8}{R + 1}$$

(1.3)

где:  $R$  – сумма осадков за 24 ч, мм, при  $R < 0,6$  мм  $K$  принимается равным 1.

**Задача 1.** Составить прогноз пожарной опасности на участке Асиновского лесничества (Западно-Сибирский южно-таежный равнинный район) на 10 суток (с 16.05 по 25.05) по условиям погоды (табл. 1.1), используя рассмотренные методики расчета комплексного показателя пожарной опасности. Значение накопленной суммы комплексного показателя пожарной опасности на 14.05: ПН – 890,6; ПВГ – 528,5.

Таблица 1.1

Метеорологические условия

Дата	Температура воздуха, °С	Точка росы, °С	Суточная сумма осадков, мм
16.05	14,4	-5	0
17.05	9,4	-7,3	0
18.05	4,5	-10,5	0
19.05	6,7	-12,3	0
20.05	12,5	-6,5	0
21.05	9,8	7,5	2
22.05	10,9	-2,9	0
23.05	22,8	3,3	0
24.05	28,6	1,9	0
25.05	18,3	9,4	2,6

С учетом значений накопленной суммы комплексного показателя пожарной опасности на начало прогнозного периода дальнейший расчет производится следующим образом:

а) комплексный показатель ПН

$$\begin{aligned}
 ПН_{16.05} &= 890,6 \cdot 1 + 14,4 \cdot (14,4 - (-5)) = 1169,9 \\
 ПН_{17.05} &= 1169,9 \cdot 1 + 9,4 \cdot (9,4 - (-7,3)) = 1326,9 \\
 ПН_{18.05} &= 1326,9 \cdot 1 + 4,5 \cdot (4,5 - (-10,5)) = 1394,4 \\
 ПН_{19.05} &= 1394,4 \cdot 1 + 6,7 \cdot (6,7 - (-12,3)) = 1521,7 \\
 ПН_{20.05} &= 1521,7 \cdot 1 + 12,5 \cdot (12,5 - (-6,5)) = 1759,2 \\
 ПН_{21.05} &= 1759,2 \cdot 1 + 9,8 \cdot (9,8 - 7,5) = 1781,8 \\
 ПН_{22.05} &= 1781,8 \cdot 1 + 10,9 \cdot (10,9 - (-2,9)) = 1932,2 \\
 ПН_{23.05} &= 1932,2 \cdot 1 + 22,8 \cdot (22,8 - 3,3) = 2376,8 \\
 ПН_{24.05} &= 2376,8 \cdot 1 + 28,6 \cdot (28,6 - 1,9) = 3140,4 \\
 ПН_{25.05} &= 3140,4 \cdot 0 + 18,3 \cdot (18,3 - 9,4) = 162,9
 \end{aligned}$$

б) комплексный показатель ПВГ

$$\begin{aligned}
 ПВГ_{16.05} &= [528,5 + (14,4 + 10) \cdot (14,4 - (-5) - 5)] \cdot 1 = 879,9 \\
 ПВГ_{17.05} &= [879,9 + (9,4 + 10) \cdot (9,4 - (-7,3) - 5)] \cdot 1 = 1106,8 \\
 ПВГ_{18.05} &= [1106,8 + (4,5 + 10) \cdot (4,5 - (-10,5) - 5)] \cdot 1 = 1251,8 \\
 ПВГ_{19.05} &= [1251,8 + (6,7 + 10) \cdot (6,7 - (-12,3) - 5)] \cdot 1 = 1485,6 \\
 ПВГ_{20.05} &= [1485,6 + (12,5 + 10) \cdot (12,5 - (-6,5) - 5)] \cdot 1 = 1800,6 \\
 К_{21.05} &= \frac{1,8}{2+1} = 0,6; \quad ПВГ_{21.05} = [1800,6 + (9,8 + 10) \cdot (9,8 - 7,5 - 5)] \cdot 0,6 = 1048,3 \\
 ПВГ_{22.05} &= [1048,3 + (10,9 + 10) \cdot (10,9 - (-2,9) - 5)] \cdot 1 = 1232,2 \\
 ПВГ_{23.05} &= [2232,2 + (22,8 + 10) \cdot (22,8 - 3,3 - 5)] \cdot 1 = 1707,8 \\
 ПВГ_{24.05} &= [1707,8 + (28,6 + 10) \cdot (28,6 - 1,9 - 5)] \cdot 1 = 2545,4 \\
 К_{25.05} &= \frac{1,8}{2,6+1} = 0,5; \quad ПВГ_{25.05} = [2545,4 + (18,3 + 10) \cdot (18,3 - 9,4 - 5)] \cdot 0,5 = 1327,9
 \end{aligned}$$

Итоговые результаты расчета комплексных показателей пожарной опасности ПН и ПВГ приводятся в следующей форме (табл. 1.2, 1.3).

Таблица 1.2

## Результаты расчета комплексного ПН

Дата	Температура воздуха/ точка росы, °С	Суточная сумма осадков, мм	$t \cdot (t - t_d)$	$K$	ПН	Класс пожарной опасности
15.05					890,6	II
16.05	14,4/-5	0	279,3	1	1169,9	III
17.05	9,4/-7,3	0	157	1	1326,9	III
18.05	4,5/-10,5	0	67,5	1	1394,4	III
19.05	6,7/-12,3	0	127,3	1	1521,7	III
20.05	12,5/-6,5	0	237,5	1	1759,2	III
21.05	9,8/7,5	2	22,6	1	1781,8	III
22.05	10,9/-2,9	0	150,4	1	1932,2	III
23.05	22,8/3,3	2	444,6	1	2376,8	III
24.05	28,6/1,9	0	763,6	1	3140,4	III
25.05	18,3/9,4	2,6	162,9	0	162,9	I

Таблица 1.3

## Результаты расчета комплексного показателя ПВГ

Дата	Температура воздуха/ точка росы, °С	Суточная сумма осадков, мм	$(t + 10) \cdot (t - t_d - 5)$	$K$	ПВГ	Класс пожарной опасности
15.05					528,5	II
16.05	14,4/-5	0	351,4	1	879,9	II
17.05	9,4/-7,3	0	226,9	1	1106,8	III
18.05	4,5/-10,5	0	145,0	1	1251,8	III
19.05	6,7/-12,3	0	233,8	1	1485,6	III
20.05	12,5/-6,5	0	315,0	1	1800,6	III
21.05	9,8/7,5	2	-53,5	0,6	1048,3	III
22.05	10,9/-2,9	0	183,9	1	1232,2	III
23.05	22,8/3,3	2	475,6	1	1707,8	III
24.05	28,6/1,9	0	837,6	1	2545,4	III
25.05	18,3/9,4	2,6	110,4	0,5	1327,9	III

Таким образом, прогноз пожарной опасности на участке Асиновского лесничества по условиям погоды на период с 16.05 по 25.05 можно сформулировать следующим образом. В течение девяти суток с 16.05 по 24.05 сохраняется пожарная опасность III класса. К 25.05 ожидается понижение пожарной опасности до I класса. Комплексный показатель ПВГ отображает аналогичную тенденцию за исключением конечного этапа прогнозирования, что обусловлено особенностями методики расчета.

## Приложение 1

Таблица 1

**Классификация пожарной опасности в лесах по условиям погоды (по (ГОСТ Р 22.1.09-99, 2000))**

Класс пожарной опасности в лесах	Величина комплексного показателя	Степень пожарной опасности
I	0-300	Отсутствует
II	301-1000	Малая
III	1001-4000	Средняя
IV	4001-10000	Высокая
V	более 10000	Чрезвычайная

*Примечание:* Классификация пожарной опасности в лесах по условиям погоды определяет степень вероятности (возможности) возникновения и распространения лесных пожаров на соответствующей территории в зависимости от метеорологических условий, влияющих на пожарную опасность лесов. Для целей классификации (оценки) применяется комплексный показатель, характеризующий метеорологические (погодные) условия.

### Практическая работа № 2. Составление карт растительных горючих материалов и текущей природной пожарной опасности

**Цель:** определение на каждом участке растительности по его внешним признакам критических классов засухи, при которых данный участок достигает готовности к горению в разные периоды сезона.

Главным условием существования лесного пожара является распространение его по территории, которая покрыта растительными горючими материалами (РГМ). Их видовое разнообразие, динамика запасов и влагосодержания очень велики как в пространстве, так и во времени. Это предопределяет разнообразие возможностей и характера горения участков растительности, а также последствий пожаров (прил. 2, табл. 1).

Для успешного планирования во время контролирования пожаров необходимо учитывать готовность к горению (состояние «пожарной зрелости») участков вокруг пожара, прогнозировать скорость и интенсивность горения, использовать преграды и рубежи. Это возможно только при наличии крупномасштабных карт РГМ (1:10 000–1:50 000), основой которых может служить неокрашенный план лесонасаждений (в виде лесоустроительных планшетов) с прилагающимся к нему пириологическим описанием таксационных выделов.

Пириологическое описание включает, прежде всего, характеристику основных проводников горения (ОПГ) на почве, причем для двух фенологических периодов: «голой весны» (осени) и «полного лета», а также характеристику других групп РГМ (подстилку, валежник, травы, кустарники, деревья) и условий высыхания ОПГ. Для каждого фенопериода указывается лесопожарный класс засухи, при котором данный участок растительности достигает готовности к горению. Пириологическое описание выделов вместе со схемами (картами-основами), на которых показаны границы и номера выделов, реки, ручьи, озера и дороги, образуют информационную базу данных для быстрого составления крупномасштабных карт РГМ, на основе которых при использовании метеорологической информации возможно составление карт состояния готовности к горению («пожарной зрелости») участков (выделов) любых частей территории, когда в этом возникает необходимость.

**Составление карт растительных горючих материалов.** Пириологическое описание содержит характеристику всего комплекса РГМ на участке (с учетом ее сезонной динамики), а также условий их увлажнения и высыхания. Пириологическое описание прилагается к карте РГМ. На самой карте отражаются типы основных проводников горения и их сезонная динамика. С этой целью в процессе лесоустройства в карточках таксации отмечаются зашифрованные типы ОПГ при полевых описаниях и при дешифрировании аэроснимков.

Остальные группы РГМ отражаются в пирологическом описании, которое составляется на основе использования таксационного описания и содержит характеристику экспозиции и крутизны склонов, преобладающих древесных пород по ярусам, их полноты, высоты и возраста, подроста, валежа, сухостоя, типов леса. Отмечаются типы ОПГ и критические классы засухи (ККЗ), которые отражают готовность к горению данного типа проводника при типовых условиях (горизонтальная поверхность участка, древостой средней полноты (0,5-0,7) в облиственном или охвоенном состоянии).

В классификации ОПГ учитываются сезонная и погодная динамика свойств этих РГМ, а также влияние режима влажности почвы на скорость их высыхания.

Группа основных проводников горения делится на две подгруппы: «мшистую», которая объединяет слои с преобладанием живого горючего (мхов и лишайников), и «опадную», объединяющую слои с преобладанием мертвого горючего (опада хвои и листвы, усохших трав). Каждая подгруппа делится на типы.

При выделении типов основного проводника горения (типов ОПГ) используется следующий принцип. В один тип (или подтип) в пределах подгруппы объединяются такие ОПГ, которые достигают состояния готовности к горению («пожарной зрелости») в границах одного из классов засухи (КЗ), причем при типовых условиях освещения и затенения, т. е. при отсутствии уклона, средней полноте древостоя (0.5–0.7) и его облиственном состоянии. Такой класс засухи называется критическим (ККЗ). В случае отклонения от типовых условий изменяется и скорость пожарного созревания у типов основного проводника горения, т. е. изменяются критические классы засухи.

Класс засухи (КЗ) данного дня определяется по величине метеорологического показателя пожарной опасности (показателя В. Г. Нестерова).

Описание типов основных проводников горения приводится в табл. 2 (прил. 2).

Указанные в описании критические классы засухи соответствуют типовым условиям высыхания. Возможность распространения горения по слою основного проводника данного типа в те дни, когда класс засухи равен указанному критическому, является неопределенной. В дни с классом засухи меньше критического горение невозможно, а в дни с классом засухи больше критического горение на участке с данным типом ОПГ может распространяться наверняка.

На участках с наличием основных проводников опадной подгруппы скорость пожарного созревания может изменяться в течение сезона, причем значительно, под влиянием уплотнения и разложения мертвого покрова летом и его восстановления осенью. В соответствии с классификационным критерием этот процесс необходимо рассматривать как превращение одних типов ОПГ в другие и обратно. Следовательно, один и тот же участок леса весной, летом и осенью может характеризоваться различными типами ОПГ.

В «мшистой» подгруппе выделение лишайникового и болотно-мохового типов ОПГ производится довольно просто. Сухо- и влажномшистый типы ОПГ различаются, главным образом, по режиму почвенного увлажнения, дренированности. Чтобы оценить их, необходимо учесть местоположение участка на рельефе (положительные или отрицательные формы рельефа, верхняя или нижняя части склона), а также механический состав почвы (суглинистая, супесчаная, песчаная) и ее влажность. Следует обратить внимание на класс бонитета. При хорошей дренированности он обычно выше (I–III классы), при плохой – ниже (IV–V классы). В типах леса с моховым покровом почва и подстилка после схода снегового покрова сохраняют высокую влажность не менее месяца. В этот период сухомшистый тип основного проводника может становиться временно влажномшистым, а влажномшистый – болотно-моховым.

В опадной подгруппе определение типов ОПГ для типов леса сложнее, так как надо определять типы ОПГ для весны (точнее, для фенотипа «голая весна», когда листва в кронах деревьев еще не распустилась, а зеленая трава не отросла) и для осени, а также отдельно для лета (точнее, для «полного лета», т. е. при полном распускании и отрастании растений).

В опадной подгруппе, где слой ОПГ состоит из мелких растительных остатков, зачастую в течение сезона его запас, структура сложения и скорость «пожарного созревания» значительно изменяются из-за различий в скорости поступления и разложения растительных остатков. Особенно интенсивно разлагается летом, уплотняясь при этом, слой ОПГ из остатков трав, что приводит к превращению одного типа ОПГ в другой: травяно-ветошного весной – в рыхлоопадный летом, а осенью обратно в травяноветошный; рыхлоопадного весной – в плотноопадный летом и вновь в рыхлоопадный осенью; плотноопадного весной – в беспроводниковый летом.

Если в составе травяного покрова насаждений преобладают злаки и осоки (исключая зимне-зеленые осочки), то тип основного проводника весной и осенью травяно-ветошный, летом – рыхлоопадный. Если значительно участие злаков и осок, то они имеют тенденцию разрастаться в изреженных насаждениях этого типа леса. Весной и осенью они характеризуются травяно-ветошным типом, летом – рыхло- или плотноопадным, или даже беспроводниковым (на богатых почвах). Необходимо заметить, что, когда запас нарастающих зеленых трав (в абсолютно сухой массе) превысит запас растительных остатков, образуется практически негоримая смесь, которую условно можно обозначить беспроводниковым типом (подтип Бп<sub>1</sub>).

Осочковые типы леса с господством в покрове зимне-зеленых осочек относятся весной к рыхлоопадному типу, летом – к плотноопадному. Папоротниковые, высоко- и крупнотравные типы леса на увлажненных богатых почвах весной можно характеризовать плотноопадным типом, а летом – беспроводниковым (подтип Бп<sub>1</sub>). Следует учитывать, что на богатых почвах, особенно с повышенной влажностью, разложение растительных остатков летом идет очень быстро, почти до полного исчезновения слоя опада, т. е. до подтипа Бп<sub>1</sub>.

Леса, где в покрове преобладает смесь из разнотравья, мелкотравья, кустарничков, злаков и осок, обычно характеризуются весной рыхлоопадным, а летом – плотноопадным или даже беспроводниковым (подтип Бп<sub>1</sub>) типом (на богатых почвах, т. е. в насаждениях I–II классов бонитета).

В высокополнотных (0,8 и более) насаждениях из вечнозеленых хвойных пород с неразвитым травяным покровом или с покровом только из кустарничков тип основного проводника горения определяется характером древесного опада: в ельниках и пихтарниках – это плотноопадный, в сосняках и кедровниках – рыхлоопадный, причем тип основного проводника в течение сезона не изменяется. Очень важна характеристика нелесных и не покрытых лесом категорий площадей (вырубки, гари, прогалины, сенокосы, луга, болота и проч.), где сильное влияние на горение может оказывать ветер. В подтаежных, лесостепных и южно-таежных лесах на старых гарях и вырубках обычно разрастаются злаки, реже – осоки, поэтому весной и осенью там будет травяно-ветошный тип ОПГ, а летом из-за сильного разрастания зеленых трав – даже беспроводниковый.

Особенно сложно давать пирологическую характеристику тем участкам, в напочвенном покрове которых сочетаются признаки различных типов основного проводника. Подобных участков много в переходной полосе между южной и средней подзонами тайги. Например, на некоторых переходных и низинных болотах моховой покров зачастую сочетается с развитым травяным ярусом из осок и злаков (вейник Лангсдорфа). При достаточном запасе, а главное – при равномерном распределении осок и злаков (после их высыхания) они могут служить проводником горения. Такие участки осенью и весной надо относить к травяно-ветошному типу, а летом – к болотно-моховому. На тех болотах, которые не заливают внешние воды, мощный слой осоковой ветоши может сохраняться в течение всего лета. Его характеристика из-за примеси зеленых трав близка к рыхлоопадному типу основного проводника.

О характере других групп РГМ и их запасах можно судить по обычному таксационному описанию выделов, в котором указываются: состав и полнота ярусов древостоя, средние высоты и диаметры, а также запасы по элементам леса, в том числе запас сухостоя, характеристика подроста (состав, высота, густота) и подлеска, живой напочвенный покров (в виде названия типа леса).

Об условиях высыхания ОПГ можно судить по составу и полноте древостоя, крутизне склона и его экспозиции, которые имеются в таксационном описании. Нередко условия высыхания РГМ в выделах отличаются от типовых, тогда и критические классы засухи в этих выделах будут отличаться от типичных, указанных в определителе. Поэтому для оценки очень важной пирологической величины, а именно критических классов засухи для весны и для лета в каждом выделе, следует воспользоваться специальными таблицами (прил. 2, табл. 3, 4).

Главным фактором высыхания РГМ является солнечная радиация. Ее поступление под полог зависит от сомкнутости насаждений, которая, в свою очередь, связана с относительной полнотой. В тех случаях, когда насаждение двухъярусное, необходимо учитывать обобщенную полноту, отражающую условия проникновения солнечной радиации через оба яруса.

**Составление крупномасштабных карт РГМ.** Крупномасштабные карты РГМ обычно требуются на отдельные участки территории, где возникают и действуют лесные пожары, с целью прогнозирования их поведения и последствий.

Карту РГМ можно превратить в карту текущего состояния «пожарной зрелости» участков (выделов), отмечая их готовность к горению.

Для оценки готовности к горению («пожарной зрелости») необходимо сравнивать критический класс засухи (ККЗ) каждого выдела с классом засухи (КЗ) текущего дня. Он определяется по величине метеорологического показателя пожарной опасности В.Г. Нестерова текущего дня. Все выделы по состоянию их «пожарной зрелости» делятся на три категории: 1) выдел готов к горению, если сегодняшний класс засухи больше критического класса засухи, указанного в пирологическом описании выдела; 2) выдел не готов к горению (не достиг «пожарной зрелости»), если класс засухи сегодняшнего дня меньше критического класса засухи, указанного в пирологическом описании выдела; 3) готовность выдела к горению является неопределенной, если сегодняшний класс засухи равен по величине критическому классу засухи, указанному в пирологическом описании выдела.

Выделы раскрашиваются или заштриховываются по трем указанным выше градациям (например, готовые к горению – красным тоном или вертикальной штриховкой, не готовые к горению – зеленым тоном или горизонтальной штриховкой, участки с неопределенной готовностью к горению – желтым тоном или оставляются без штриховки).

При неопределенной готовности выделов к горению возможна проверка состояния их «пожарной зрелости» двумя способами: 1) по аналогии – если подобные выделы, судя по абрису пожара, горят, то будет гореть и данный; 2) непосредственно во время тушения пожара (при необходимости – путем пробных зажиганий).

Если в период тушения пожара изменяется класс засухи, то пожарное созревание выделов определяется заново и составляется новая карта «пожарной зрелости».

Топоосновой карты РГМ должна служить топографическая карта того же масштаба, что и карта-основа. На карту РГМ обязательно наносятся гидрографическая сеть и дороги. Для горных территорий необходимо отображение на карте рельефа. Можно переснять горизонтали с топоосновы или изобразить штриховыми знаками хребты, водоразделы, ложины, крутые склоны и т. п.

В контурах с помощью раскраски следует обозначить фоновые типы ОПГ, характерные для самого пожароопасного периода в данном районе. Наиболее предпочтительные цвета для типов ОПГ: Лш – красный, Сх – светло-зеленый, Вл – темно-зеленый, Бм – синий, Тв – желтый, Рх – оранжевый, Пл – коричневый, Бп – серый; тон окраски бледный. Если в другие периоды сезона менее пожароопасные ОПГ изменяют свой тип, то эти типы показывают в контурах с помощью сплошной редкой штриховки контуров: Тв – вертикальная штриховая, Рх – вертикальная сплошная, Пл – косая, Бп – горизонтальная сплошная, Бм – горизонтальная штриховая. Но самым рациональным было бы составление отдельных карт РГМ для каждого периода сезона.

Не фоновые, но широко распространенные в данном ПТК типы ОПГ обозначают условными знаками. Типовыми условными знаками указывают преобладающие древесные

породы, заросли кедрового стланика, ерника и т. п. Все реки и озера изображаются ярко-голубым цветом.

### Порядок составления карт

Карта растительных горючих материалов:

1) определить типы основных проводников горения (ОПГ) и критические классы засухи (ККЗ) для каждого выдела, используя таксационное описание лесного участка и табл. 2-3 (прил. 2);

2) раскрасить или заштриховать выделы на подготовленной выкопировке по указанным выше типам ОПГ.

Карта текущей природной пожарной опасности:

1) используя сведения о величине лесопожарного показателя засухи Нестерова (или ПВ-1, ПВГ) на дату составления карты РГМ определить готовность к горению для каждого выдела по критическому классу засухи (ККЗ) и текущему классу засухи (КЗ) по трем градациям и записать результаты в таблицу:

а) при КЗ, превышающем ККЗ – распространение горения возможно (+);

б) при КЗ, не превышающем ККЗ – распространение горения невозможно (–);

в) при КЗ, равном ККЗ – возможность распространения горения неопределенная (?).

2) раскрасить или заштриховать выделы на подготовленной выкопировке по трем, указанным выше градациям (например, горимые – красным тоном или вертикальной штриховкой, негоримые – зеленым тоном или горизонтальной штриховкой, участки с неопределенной горимостью – желтым тоном или оставить без штриховки).

**Задача 2.** Составить карты растительных горючих материалов (РГМ) и текущей природной пожарной опасности на прогнозный период (см. ПР № 1), используя выкопировку с плана лесонасаждений в масштабе 1:10000 с прилагающимся к нему пирологическим описанием таксационных выделов (табл. 2.1), а также результаты расчета комплексного показателя пожарной опасности Нестерова (ПН) (ПР № 1, табл. 1.2).





Таблица 2.1

## Пирологическое описание таксационных выделов

№ выдела	Площадь, га	Состав	Бонитет	Тип леса ТЛУ	ОПГ (весна, осень/лето)	Полнота	Класс пожарной опасности	Критический класс засухи	Готовность к горению
Асиновское лесничество									
Мало-Юксинское участковое лесничество/ урочище «Новониколаевское»									
Квартал 84 (эксплуатационные леса)									
1	28	3С1Е6Б+ОС+Л+К	3	В	Тв/Пл	0,8	4	II/IV	+
2	38	4Е1С4Б1ОС+Л	3	ТБ	Тв/Бм <sub>1</sub>	0,8	4	II/V	+
3	8,5	7С1Л2Б	5	СФ	Бм <sub>1</sub>	0,6	4	IV	-
4	18	8Б2Е+С	4	ТБ	Тв/Бм <sub>1</sub>	0,7	4	I/IV	+
5	10,9	4С2Е1Л1К2Б	4	В	Тв/Пл	0,6	4	I/III	+
6	0,6	8Б1Е1С	5	ТБ	Тв/Бм <sub>1</sub>	0,4	4	I/IV	+
Квартал 85 (эксплуатационные леса)									
4	10,1	5С5Б+ОС подлесок: Р, редкий	2	РТ	Рх	0,6	3	II	+
Асиновское участковое лесничество/урочище «Филимоновское»									
Квартал 10 (эксплуатационные леса)									
1	13	10Б+ОС подрост: 8Е2ОС, благонадежный подлесок: АЖ ЧР, редкий	3	РТ	Рх/Пл	0,4	4	I/III	+
2	73	5Л2Е1К2Б подлесок: ИВК СПР, густой	4	МШ	Вл	0,6	4	III	?
3	5	3Л2Е5Б	5	МШ	Вл	0,5	4	III	?
4	13	8Е2Б+К	4	СФ	Бм <sub>1</sub>	0,8	4	V	-
5	3,2	3Л2Е5Б	5	МШ	Вл	0,5	4	III	?
6	11	6Б4ОС <i>ОС, средняя поврежденность, трутовик ложный</i>	2	РТ	Рх/Пл	0,4	4	I/III	+
7	6	8Б2ОС	3	РТ	Рх/Пл	0,5	4	II/III	+

		<i>ОС, средняя поврежденность, трутовик ложный</i>							
8	42	3Л2Е1К4Б	4	МШ	Вл	0,8	4	IV	–
9	6,4	4Л2Е4Б	5	МШ	Вл	0,5	4	III	?
10	1	3Л2Е5Б	5	МШ	Вл	0,4	4	III	?
11	10	5Л4Е1К+Б	4	МШ	Вл	0,8	3	IV	–
12	15	7Л2Е1К+Б подрост: 3К5Л2Е, благонадежный подлесок: ИВК, средний	3	МШ	Вл	0,7	3	III	?
13	9	3Л2Е5Б	4	МШ	Вл	0,6	4	III	?
14	9	6Л2Е1К1Б	5	МШ	Вл	0,8	4	IV	–
15	7,2	8Б2ОС	2	РТ	Рх/Пл	0,8	4	III/IV	?
16	1,4	7Б3ОС подлесок: АЖ Р, редкий <i>ОС, средняя поврежденность, трутовик ложный</i>	2	РТ	Рх/Пл	0,6	4	II/III	+
17	1,6	8Б2ОС	2	РТ	Рх/Пл	0,7	4	II/III	+
18	3,9	8Б2ОС подлесок: Р ЧР АЖ, средний	3	РТ	Рх/Пл	0,3	4	I/III	+
19	8,8	5Л5Е подлесок: СПР ЧР ИВК, средний	4	МШ	Вл	0,7	4	III	?
20	3	7Б2Л1Е	5А	ТБ	Тв/Бм <sub>1</sub>	0,5	4	I/IV	+
21	6,7	6Л4Е	4	МШ	Вл	0,6	3	III	?
22	2,9	5Л2Е1К2Б	5	СФ	Бм <sub>1</sub>	0,6	4	IV	–
23	7	7Б2ОС1Е подлесок: ЧР АЖ, средний	3	РТ	Рх/Пл	0,6	4	II/III	+
24	8,8	5Л5Е	4	МШ	Вл	0,5	3	III	?
25	4,7	7Л1К1Е1Б	5	МШ	Вл	0,5	4	III	?
26	3,3	5Л4Е1К+Б	5	МШ	Вл	0,6	4	III	?
27	9,2	7Б2Е1Л	4	ТБ	Тв/Бм <sub>1</sub>	0,6	4	I/IV	+

		подрост: 6Е4Б, благонадежный подлесок: Р АЖ СПР, средний							
28	3,4	5Л1К2Е2Б	4	МШ	Вл	0,7	3	III	?
29	3,9	6Б4ОС	3	РТ	Рх/Пл	0,3	4	I/III	+
31	0,1	Просеки квартальные ширина 0,5 м, протяженность 1,8 км, чистая							
Квартал 11 (эксплуатационные леса)									
1	16	5Л2Е1К2Б	4	МШ	Вл	0,6	4	III	?
2	3,4	5Е5Л+С+К	5	ТБ	Тв/Бм <sub>1</sub>	0,7	4	I/IV	+
3	18	3К5Л2Е	4	ТБ	Тв/Бм <sub>1</sub>	0,6	4	I/IV	+
8	25	6Л2Е1К1Б	5	МШ	Вл	0,8	4	IV	–
9	9	7Л3Е	5	МШ	Вл	0,6	4	III	?
10	3	3Л3Е4Б	5	МШ	Вл	0,5	4	III	?
14	13	5Л4Е1К+Б	5	МШ	Вл	0,6	4	III	?
15	17	8Л1К1Е+Б	5	СФ	Бм <sub>1</sub>	0,7	4	IV	–
17	0,1	Просеки квартальные ширина 0,5 м, протяженность 1,2 км, чистая							

*Примечание.* Состав: С – сосна, Е – ель, Л – лиственница, К – кедр, Б – береза, ОС – осина (3К5Л2Е: 30% кедр, 50% лиственница, 20% ель).  
ТЛУ (тип лесорастительных условий): В – ветвиловый, ТБ – травяно-болотный, СФ – сфагновый, РТ – разнотравный, МШ – мшистый.

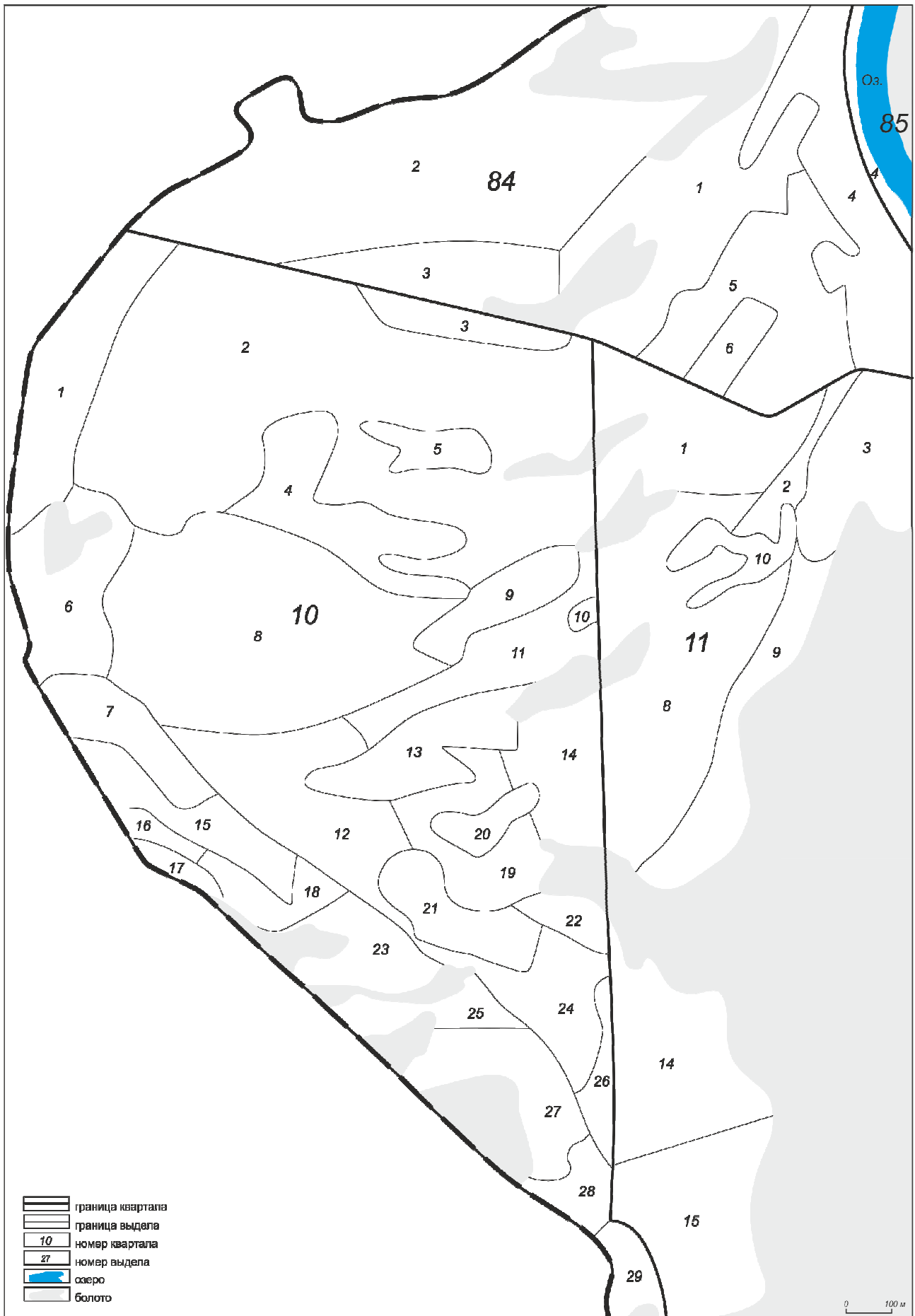


Рис. 2.1. Фрагмент плана лесонасаждений

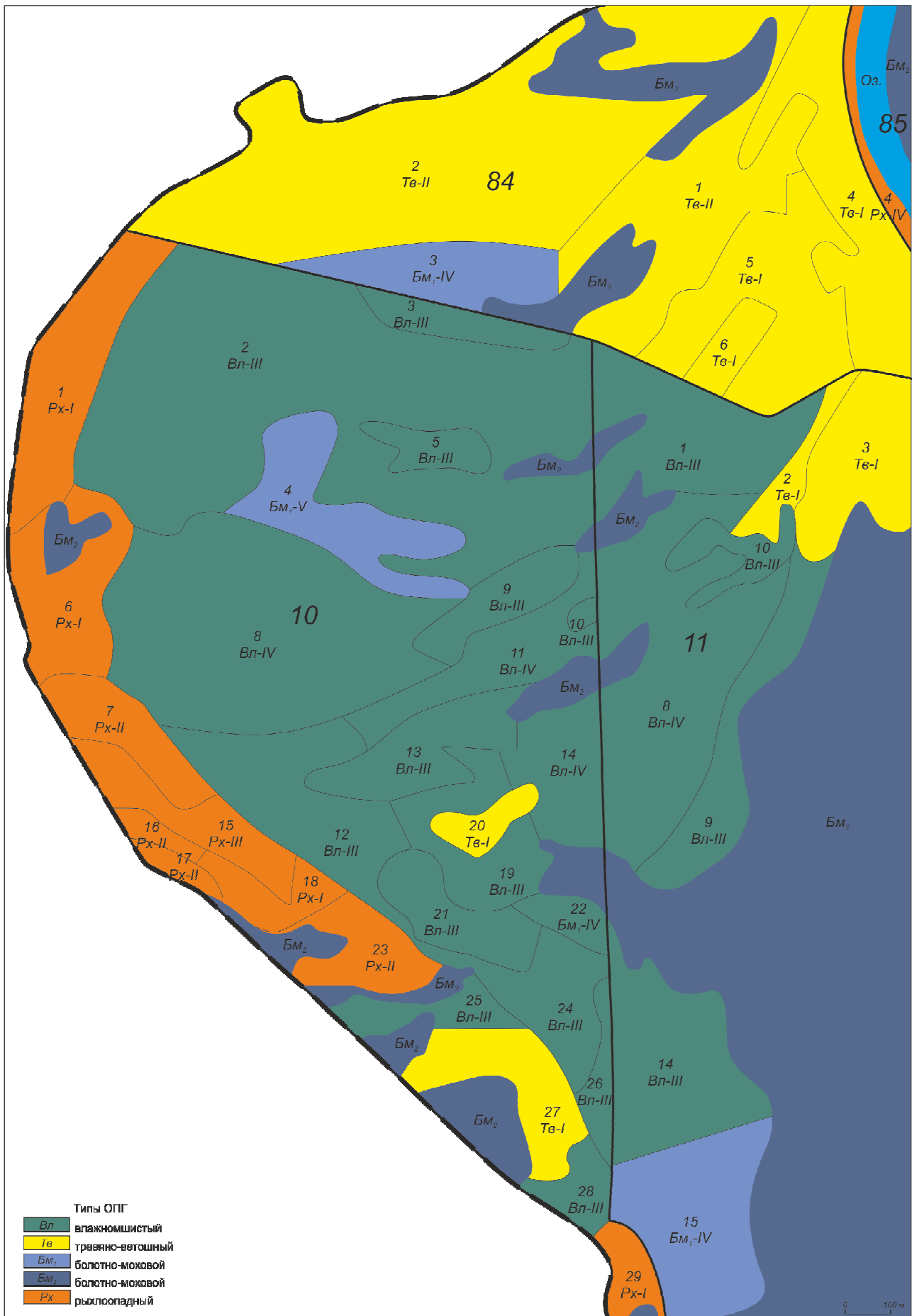


Рис. 2.2. Карта растительных горючих материалов (весенний период).

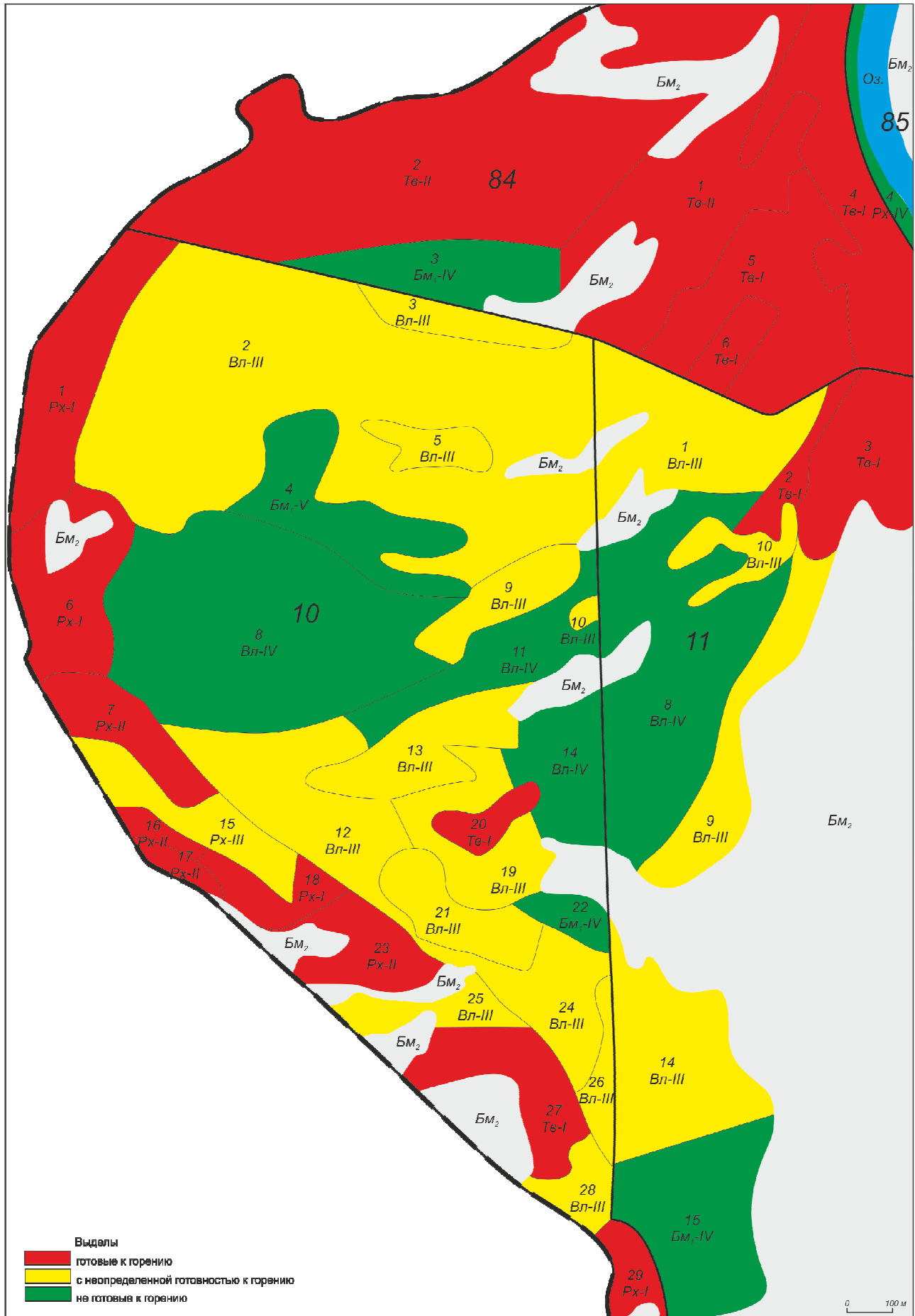


Рис. 2.3. Карта «пожарной зрелости» при III классе засухи.

## Классификация растительных горючих материалов (Волокитина, Софронов, 1996)

Группа РГМ (по Н.П. Курбатскому, 1962, 1970)	Подгруппа РГМ	Тип (и подтип) РГМ	Характер горения*	Вид и разновидность пожара**	
I. Слои на почве из мхов, лишайников и мелких растительных остатков (основные проводники горения – ОПГ)	Мшистая	Лишайниковый (Лш)	Пм	Н-1	
		Сухомшистый (Сх)	Пм	Н-1, Н-2	
		Влажномшистый (Вл)	Пм и Тл	Н-2	
		Болотно-моховой (Бм): подтип Бм <sub>1</sub> подтип Бм <sub>2</sub>	Пм Негорим	Н-1	
	Опадная	Травяно-ветошный (Тв)	Пм	Н-1	
		Рыхлоопадный (Рх)	Пм	Н-1, Н-2	
		Плотноопадный (Пл)	Пм и Тл	Н-2	
		Беспроводниковый (Бп): подтип Бп <sub>1</sub> подтип Бп <sub>2</sub>	Тл Негорим	ПТ-8, 9, 11	
	II. Подстилка, перегнойный и торфяной горизонты	Подстилка	Грубогумусная	Тл	Н-2, ПТ-8
			Модерная	Тл	Н-2, ПТ-8
Муллея			Тл	Н-2, ПТ-8	
Дернина			Тл	ПТ-9	
III. Травяно- кустарничковые ярусы (при покрытии 0.5 и более)	Торф и перегной Кустарничковая	Перегнойный горизонт Торфяной горизонт	Тл Тл	ПТ-10,11 ПТ-11	
		Брусничный (Бр) Толокнянковый (Тл)	Пм Пс	Н Н	
	Травяная	Болотно-кустарничковый (Бк) и другие типы	Пм и Пс	Н	
		Злаковый (Зл)	Пс	Н	
Осоковый (Ос)		Пс	Н		
Осочковый (Осч)		Пм	Н		
IV. Крупные древесные остатки	Сухостой и валежник	Сухостой	Пс	Н	
		Валежник неприземленный	Об, Тл	Н	
	Порубочные остатки	Валежник приземленный	Об	Н	
		Охвоенные	Об	Н	
V. Ярус из кустарников и подроста	Из хвойных пород	Неохвоенные	Пм	Н-3	
			Пс	Н-3	
VI. Хвоя, листва, несущие побеги и сухие сучья в кронах деревьев	Лиственный	Из хвойных пород	Пм Пс и Пм	Н-1, 2, 4 Н-1, 2, 4	
		Кроны в молодняках и в кедровом стланике			
	Лиственные породы	Кроны в темнохвойных древостоях	Пм	В-6	
		Кроны в светлохвойных древостоях	Пм	В-7, 6	
VII. Стволы и сучья растущих деревьев		Кроны в лиственных древостоях	Пм	В-6	
		Стволы нормальные			
		Стволы засмоленные	Пс	В-6	
		Стволы дуплистые и с трухлявой гнилью	Об Пм, Об	Н Н-5	
		Об, Тл	Н		

\* Характер горения: Пм – активное пламенное, Тл – тление, Об – обгорание, Пс – пассивное сгорание.

\*\* Виды и разновидности пожаров: Н – низовые, в том числе беглый (1), устойчивый (2), валежниковый (3), подлесно-кустарниковый (4), стволовой (5); В – верховые, в том числе вершинный (6), повальный (7); ПТ – почвенно-торфяные, в том числе подстилочный (8), дерновый (9), поверхностный (10), подземный (11).



## Описание типов основных проводников горения

Тип основного проводника горения		ККЗ	П
Мшистая группа			
1	Лш – лишайниковый: в покрове преобладают кустистые лишайники на любых почвах или присутствуют – на сухих. К данному типу относятся также очень сухие участки с покровом из соснового опада.	I	1-4
2	Сх – сухомшистый: в покрове преобладают зеленые мхи, иногда с примесью лишайников, на дренированных почвах (обычно типы леса зеленомошной группы).	II	3-9
3	Вл – влажномшистый: в покрове преобладают зеленые мхи (обычно с примесью сфагнома или политрихума), на слабодренированных почвах (типы леса: мшистые, аулакомниевые, влажные черничники и т. п.). В условиях южной тайги к этому типу ОПГ следует относить покров из зеленых мхов (слой до 3 см) на суглинистых дренированных почвах.	III	6-18
4	Бм – болотно-моховой: в покрове сфагновые мхи на заболоченных и болотных почвах или политрихумы (кукушкин лен) на любых почвах. В типе Бм выделяются два подтипа: Бм <sub>1</sub> – покров из сфагновых мхов в заболоченных лесах (сфагновые типы леса) и на небольших болотах среди суходолов, а также покров из кукушкина льна (долгомошниковые типы леса). Бм <sub>2</sub> – покров из сфагновых мхов в крупных массивах верховых болот. Практически негорим.	IV –	12-36 –
Опадная группа			
5	Тв – травяно-ветошный: в покрове преобладают усохшие злаки или осоки, обычно весной и осенью (вейниковые, осоковые, злаковые типы леса, осоково-сфагновые болота – весной и осенью).	I	1-4
6	Рх – рыхлоопадный: преобладание в слое на почве: 1) опада сосны или кедра; 2) рыхлого опада из листвы березы, осины и других лиственных пород – осенью и весной; 3) усохшего разнотравья – весной и осенью; 4) «войлока» из уплотненной осоковой или злаковой ветоши – летом; 5) покрова из зимне-зеленых осочек – весной и осенью.	II	3-9
7	Пл – плотноопадный: преобладание в слое на почве: 1) опада из хвой ели, пихты и лиственницы; 2) уплотненного опада из листвы березы, осины и других лиственных пород – летом; 3) «войлока» из уплотненного усохшего разнотравья – летом.	III	6-18
8	Бп – «беспроводниковый»: 1) в покрове нет слоев ОПГ, по которым могло бы распространяться пламенное горение; 2) запас ОПГ меньше критического, что исключает распространение пламенного горения по площади; 3) горение не может распространяться из-за большого запаса зеленых трав, задерживающих горение. В «беспроводниковом» типе выделяются два подтипа: Бп <sub>1</sub> – участки 1) с отсутствием или слишком малым запасом ОПГ, но с наличием других, не основных, проводников горения (подстилки, дернины, перегнойного горизонта почвы); 2) с развитым травостоем летом, когда запас зеленых трав превышает запас усохших трав и опада, что исключает распространение пламенного горения (иногда возможны почвенные пожары). Бп <sub>2</sub> – участки с отсутствием (или малым запасом) любых проводников горения – пески, галечники, дороги, пашни, скалы, гольцы и т. п. Такие участки негоримы.	V –	24-72 –

*Примечания.* Используемые обозначения: ККЗ – критический класс засухи (класс засухи, в границах которого достигается «пожарная зрелость» слоя ОПГ, т. е. возможность распространения пламенного горения по слою); П – продолжительность в днях бездождевого периода, после которого появляется пожарная зрелость ОПГ.

В карточке таксации тип ОПГ обозначается его шифром. Типы ОПГ могут претерпевать изменения в течение пожароопасного сезона и переходить друг в друга, особенно в опадной подгруппе, что определяется условиями поступления и разложения растительного опада. Типы ОПГ для опадной подгруппы устанавливаются на участках отдельно для лета и отдельно для весны и осени. В карточке таксации на

первом месте отмечается тип ОПГ весной (осенью) и через косую черту – тип ОПГ летом. Например: *Тв/Рх*, *Тв/Пл*, *Тв/Бп<sub>1</sub>*.

Таблица 3

Оценка критических классов засухи для участков растительности (*Волокитина и др., 2005*)

Подгруппа ОПГ		Преобладающие древесные породы				Безлесные участки (при отсутствии густого яруса кустарников)
«мшистая»	«опадная»	С, Е, К, Лц, Б, Ос, Пх в облиственном состоянии		Лц, Б, Ос без листвы (хвои)		
Типы и подтипы основных проводников горения		Относительная полнота древостоя (включая второй ярус)				
		0,8 и более	0,5-0,7*	0,4 и менее **	любая	
Критические классы засухи						
Лш	Тв	II	I	I	I	I
Сх	Рх	III	II	I	I	I
Вл	Пл	IV	III	III	III	III
Бм <sub>1</sub>	Бп <sub>1</sub>	V	IV (Бп <sub>1</sub> – V)	IV (Бп <sub>1</sub> – V)	IV (Бп <sub>1</sub> – V)	IV (Бп <sub>1</sub> – V)
Бм <sub>2</sub>	Бп <sub>2</sub>	Негоримы				

*Примечание.* Относительная полнота для лиственничников зоны северных редколесий: \* – 0.6 и более; \*\* – 0.5 и менее.

Таблица 4

Влияние крутизны и экспозиции склонов на скорость «пожарного созревания» участков растительности (для районов 50-60° с. ш.) (*Софронов, Волокитина, 1990*)

Период	До 30.IV и после 01.IX			С 1.V по 31.VIII
	С и СВ		Ю и ЮЗ	С и СВ
Экспозиция	С и СВ		Ю и ЮЗ	С и СВ
Крутизна, град.	20-30	более 30	более 25	более 30
Пожарное созревание	Позже на один класс засухи	Позже на два класса засухи	Раньше на один класс засухи	Позже на один класс засухи

### Практическая работа № 3 Прогноз поведения лесного пожара

Цель: освоить методику прогноза поведения лесного (низового) пожара на основе крупномасштабных карт растительных горючих материалов и метеорологической информации.

Прогноз поведения обнаруженного лесного пожара позволяет рассчитать оптимальные силы и средства для тушения, предусмотреть опасные тенденции и ситуации в его распространении и развитии (вероятность угрозы населенным пунктам или ценным объектам и т. д.), составить оптимальный план управления этим пожаром. Сценарии распространения пожара и его последствий на определенной площади при различных погодных условиях необходимы для выбора оптимальных времени и технологии целевых выжиганий.

*Лесной пожар* – это неуправляемое горение, распространяющееся по лесной площади, окруженной не горящей территорией.

Кромкой пожара называют непрерывно продвигающуюся по горючему материалу полосу горения, на которой основной горючий материал сгорает с максимальной интенсивностью и образует вал огня.

*Фронт пожара* – часть кромки пожара, которая продвигается с высокой скоростью и горит наиболее интенсивно.

*Тыл пожара* – часть кромки пожара, противоположная фронту и распространяющаяся с наименьшей скоростью.

*Фланги пожара* – части кромки между тылом пожара и его фронтом.

На равнине фронт пожара всегда движется по ветру, а тыл – против ветра. В горах фронтальной кромкой будет та, которая поднимается вверх по склону.

По скорости распространения пожары разделяются на три категории: сильные (свыше 100 м/мин); средней силы (3-100 м/мин) и слабые (до 3 м/мин).

В зависимости от обстоятельств распространения, лесной пожар может иметь различную форму:

- округлую (наблюдается при равномерном распространении огня в безветренную погоду при однородных горючих материалах и относительно ровной местности);
- неравномерную (отмечается при переменном ветре, разнородных горючих материалах, сильно пересеченной местности);
- эллиптическую (наблюдается при устойчивом ветре, относительно ровной местности, однородности горючих материалов).

Классификация лесных пожаров построена по принципу воздействия огня на различные ярусы биогеоценоза:

- низовые;
- верховые;
- почвенные;
- пятнистые.

**Низовой пожар** характеризуется горением нижних ярусов растительности лесного биоценоза. Распространение огня происходит по напочвенному покрову. Горит лесной опад, состоящий из мелких ветвей, коры, хвои, листьев, лесная подстилка, сухая трава и травянистая растительность, живой напочвенный покров из трав, мхов, мелкий подрост и кора в нижней части древесных стволов.

Для низового пожара характерна вытянутая форма пожара с неровной кромкой. Цвет дыма – светло-серый, скорость распространения низовых пожаров против ветра в 6-10 раз меньше, чем по ветру. В ночное время суток скорость распространения пожара меньше, чем днём.

По скорости распространения огня и характеру горения низовые пожары характеризуют как беглые и устойчивые.

*Беглый низовой пожар* возникает чаще всего в весенний период, когда подсыхает лишь самый верхний слой мелких горючих материалов напочвенного покрова и прошлогодняя травянистая растительность. Скорость распространения огня достигает 180–300 м/ч (3–5 м/мин) и находится в прямой зависимости от скорости ветра в приземном слое. Лесная подстилка сгорает на 2–3 см вглубь. При этом участки с повышенной влажностью напочвенного покрова остаются нетронутыми огнем и площадь, пройденная беглым огнем, имеет пятнистую форму. Беглый огонь сравнительно мало повреждает древостой, поскольку не задерживается долго на одном месте. Поэтому термин «беглый» было бы правильнее понимать как поверхностный. При беглом пожаре уничтожается самосев леса, обгорают кора нижней части деревьев и выходящих на поверхность почвы корней, повреждаются подрост и подлесок. Такие пожары причиняют наименьший вред лесу, поскольку количество сгорающих горючих материалов невелико. Наблюдается мозаичность в распространении огня по площади, участки с повышенной влажностью напочвенного покрова не горят.

*Устойчивый низовой пожар* характеризуется полным сгоранием напочвенного покрова и лесной подстилки. Устойчивые низовые пожары развиваются в середине лета, когда подстилка просыхает по всей толщине залегания. На участках, пройденных устойчивым пожаром, полностью сгорает лесная подстилка, подрост и подлесок. Обгорают корни и кора деревьев, в результате этого насаждение получает настолько серьезные повреждения, что часть деревьев гибнет. Скорость распространения огня при устойчивом низовом пожаре от нескольких метров достигает 180 м/ч (1-3 м/мин). Минимальная скорость

пламенного горения составляет 0,2 м/мин. По высоте пламени горения кромки низовые пожары характеризуются как слабые (высота пламени до 0,5 м), средние (высота пламени до 1,5 м) и сильные (высота пламени более 1,5 м).

Разновидностью устойчивого низового пожара является *валежный пожар*. В Восточной Сибири опасность возникновения валежных пожаров чрезвычайно высока, так как в лесах имеются огромные площади старых гарей, неочищенных лесосек и других захламленных территорий. Такие участки почти непроходимы для техники. Валежные пожары распространяются очень быстро и охватывают значительные территории. Вследствие высокой интенсивности горения уничтожается органический слой почвы. Борьба с валежными пожарами крайне затруднена.

Деление низовых пожаров на беглые и устойчивые имеет большое практическое значение. Отличаются не только последствия этих видов пожаров, но различны и тактические приемы их тушения.

*Верховой пожар* отличается от низовых тем, что наряду с горением напочвенного покрова и лесной подстилки горят и кроны деревьев. Они возникают чаще в засушливую погоду и при ветрах средней и большой скорости, за исключением хвойных молодняков, в которых низовой пожар легко переходит в верховой из-за низкоопущенных крон даже при слабом ветре.

Причины возникновения и разрастания верховых пожаров: переход огня низовых пожаров на кроны хвойных древостоев с низкоопущенными ветвями, в многоярусных древостоях с обильным подростом, молодняках, а также в горных лесах. Возникновению верховых пожаров в значительной степени способствуют засухи и сильные ветры.

Верховой пожар также подразделяют на беглый и устойчивый. При беглом или вершинном верховом пожаре огонь распространяется по кронам деревьев скачкообразно со скоростью 250-330 м/мин. Такие пожары наблюдаются при скорости ветра более 15 м/с. Во время скачка горят только кроны деревьев, горение длится 15-20 сек, но за это время пламя уходит вперед на расстояние до 100 м. После каждого скачка распространение огня по кронам прекращается до очередного подхода кромки низового пожара. Как только низовой пожар пройдет участок, на котором сгорели кроны, начинается подогрев крон на следующем участке и процесс повторяется.

С физической точки зрения такое распространение верхового огня объясняется тем, что тепло от горящих крон, поднимаясь наклонно по ветру, лишь частично попадает на соседние кроны и его оказывается недостаточно для подогрева хвои и подготовки ее к воспламенению. Полог древостоя подогревается в основном за счет тепла от низового пожара, под действием ветра тепло подогревает кроны впереди на довольно значительном расстоянии. Затем происходит вспышка, и огонь быстро охватывает подогретые кроны. Средняя скорость продвижения фронта беглого верхового пожара до 40 м/мин. При беглом верховом пожаре огонь быстро распространяется по кронам деревьев в направлении ветра.

При устойчивом верховом пожаре ширина горячей кромки составляет 6-8 м. Такие пожары имеют еще одно название: *повальные*, так как они приводят к полной гибели растительности. При устойчивом (повальном) горении огонь распространяется по всему древостою: от подстилки до крон.

Скорость верховых пожаров: устойчивого – 300-1500 м/ч (5-25 м/мин), беглого – 4500 м/ч и более (75 м/мин и более). Минимальная скорость распространения верхового огня составляет около 4500-4800 м/ч (75-80 м/мин).

Верховые пожары, выделяя большое количество теплоты, вызывают восходящие потоки продуктов горения и нагретого воздуха и образуют конвективные колонки диаметром в несколько сотен метров. Их поступательное движение совпадает с направлением продвижения фронта пожара. Пламя в середине колонки может подниматься на высоту до 100-120 метров. Конвективная колонка увеличивает приток воздуха в зону пожара и порождает ветер, который усиливает горение. Форма площади при беглом верховом пожаре вытянута по направлению ветра. Дым верхового пожара темный.

Верховым пожарам наиболее подвержены хвойные молодняки, заросли кедрового стланика и дуба кустарниковой формы (весной при наличии сухих прошлогодних листьев).

**Почвенный пожар** возникает и распространяется в результате «заглубления» огня низового пожара в подстилку и торфяной слой почвы.

Почвенные пожары дифференцируют на:

*подстильногумусный* (горение распространяется на всю толщину лесной подстилки и гумусного слоя);

*подземный*, или *торфяной* (горение распространяется по торфянистому горизонту почвы или торфяной залежи под слоем лесной почвы).

**Торфяные пожары.** Торф – это продукт неполного разложения растительной массы в условиях избыточной влажности и недостаточной аэрации. Торф имеет самый высокий из всех твердых топлив показатель влагоемкости. Усредненный элементный состав торфа (С 52-56 % масс.; Н 5-6 % масс.; О 30-40 % масс.), высокая теплотворная способность (23 045 кДж/кг) и коэффициент теплопроводности (1,6-2,09 кДж/кг·°С) свидетельствуют о том, что он способен гореть и без доступа кислорода воздуха. При торфяных пожарах на больших массивах фронт горения очень неоднороден, оно происходит в основном очагами различного размера. Цвет очагов белый, поверхность горения со временем заглубляется под негорящую поверхность, т. е. происходит образование внутренних полостей в торфе. При торфяном пожаре сгорают корни, деревья вываливаются и падают вершинами к центру пожара. Пожарище в большинстве случаев имеет круглую или овальную форму. Скорость распространения огня незначительна – от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров в сутки.

Торфяная залежь обычно имеет относительную влажность 92–95 %, что делает ее сравнительно безопасной в пожарном отношении. Торфяные пожары чаще случаются во второй половине лета, когда в результате длительной засухи верхний слой торфа просыхает до относительной влажности 25–100 %.

Глубина прогорания торфяной залежи определяется уровнем залегания грунтовых вод. Горение обычно происходит в беспламенной фазе, т. е. в режиме «тления», как за счет кислорода, поступающего вместе с воздухом, так и за счет его выделения при термическом разложении торфа. Хотя скорость продвижения кромки торфяного пожара составляет всего несколько метров в сутки, они отличаются устойчивостью горения, которое при заглублении на 1,0-1,5 м не могут ликвидировать даже обильные осадки.

Процесс горения в нижней части происходит значительно интенсивней, чем вверху. Это можно объяснить тем, что свежий холодный воздух, как более тяжелый, поступает в нижнюю часть зоны горения, где реагирует с горящим торфом. Углекислый и угарный газы, а также продукты пиролиза торфа, находясь в верхней части зоны горения, препятствуют доступу к ней кислорода. Распространению горения на верхние слои почвы препятствует также повышенная влажность в задернелом корнеобитаемом слое почвы, хорошо удерживающем влагу от выпадения осадков и капиллярного подъема грунтовых вод. Заглубляясь в нижние слои торфа до минерального грунта или уровня грунтовых вод, горение может распространяться на десятки и сотни метров от входного отверстия, лишь местами выходя на поверхность.

**Пятнистые пожары** – это высокоинтенсивные лесные пожары, над которыми возникают мощные конвекционные потоки нагретого воздуха и продуктов сгорания, которые поднимают вверх и рассеивают перед кромкой пожара горящие частицы, от которых возникают пятна новых пожаров.

В настоящее время не сложилось единого мнения о правомерности выделения пятнистых пожаров в отдельный тип. Некоторые исследователи, основываясь на особенностях этих пожаров, считают их отдельным типом, имеющим принципиальные отличия; другие представляют пятнистые пожары как стадию развития верховых пожаров.

Поскольку такой тип пожаров требует изменения тактики их предупреждения и тушения, то выделение пятнистых пожаров в отдельный тип обосновано.

### Порядок выполнения работы

На карту текущей пожарной опасности следует нанести контур пожара с абриса и указать направление ветра (стрелкой), после чего обозначить четыре направления (из центра пожара), по которым будет прогнозироваться распространение пожара:

- 1) фронтальное, совпадающее с направлением ветра;
- 2) тыловое – в противоположном направлении;
- 3) правофланговое и левофланговое направления, перпендикулярные направлению ветра.

От контура крупного пожара проводят необходимое количество направлений, перпендикулярных кромке и определяют их характер по отношению к направлению ветра. При системе не авиационного, а наземного обнаружения пожаров (с пожарных наблюдательных пунктов) пожар фиксируется практически в момент его возникновения, поэтому прогнозирование распространения ведется не от контура пожара, а от точки – места его возникновения).

Прогнозирование пожара производится по выбранным временным этапам; контур пожара рассчитывается на конец каждого временного этапа (на заданный час определенного дня). Первый период – это обычно время свободного распространения пожара: от момента обнаружения (составления абриса пожара) до расчетного времени прибытия лесопожарной команды.

На весь период прогнозирования поведения пожара необходимо составить прогноз ветрового режима (направления и скорости ветра) и прогноз динамики относительной влажности воздуха по срокам. Форма записи прогнозируемых метеорологических факторов показана в табл. 3.1.

Расчет вероятной скорости распространения низового пожара и силы пожара (интенсивности кромки) делается в пределах каждого временного этапа прогнозирования, сначала – в направлении продвижения фронта пожара, затем – по направлениям флангов и тыла. Для прогноза скорости распространения кромки пожара  $V_{кр}$  (м/мин) используется модель М.А. Софронова (1967):

$$V_{кр} = V_o \cdot K_v \cdot K_{вл} \cdot K_\varphi \quad (3.1)$$

где:  $V_o$  – базовая («штилевая») скорость, м/мин (прил. 3, табл. 1);  
 $K_v$ ,  $K_{вл}$ ,  $K_\varphi$  – коэффициенты относительного влияния факторов ветра ( $V_{вн}$ , м/с), относительной влажности воздуха (%) и уклона ( $\varphi$ , град) (прил. 3, табл. 2-4).

Скорость ветра над покровом  $V_{вп}$  (м/с) рассчитывают по формуле:

$$V_{вп} = V_{вм} \cdot K_n \quad (3.2)$$

где:  $V_{вм}$  – скорость ветра на метеостанции;  
 $K_n$  – коэффициент, учитывающий относительную полноту древостоя  $\Pi$  (по Э.В. Коневу) (прил. 3, табл. 5)

Для удобства расчетов все исходные и итоговые данные заносятся в специальную форму (табл. 3.2).

Расчет по каждой тактической части пожара (или направлению) ведут до тех пор, пока период распространения (нарастающим итогом) не превысит расчетный период. Тогда по последнему выделу делают перерасчет, определяя расстояние, которое пройдет кромка до окончания расчетного периода, и отмечают данную точку на карте:

$$L_n = (V_x)_n \cdot (\Pi_p - \Pi_{n-1}) \quad (3.3)$$

где:  $L_n$  – расстояние, которое пройдет кромка пожара по последнему выделу до конца намеченного этапа прогнозирования, м;

$V_x$  – расчетная скорость распространения кромки в последнем выделе, м/мин.

$\Pi_p$  – время окончания этапа прогнозирования, час. мин;

$\Pi_{n-1}$  – время окончания распространения пожара по предпоследнему выделу, час. мин.

На пути распространения пожара в каждом направлении могут встречаться преграды в виде негоримых на данный момент выделов и барьеры в виде дорог, ручьев и рек. В тех случаях, когда на пути распространения пожара оказывается негоримый выдел, то распространение пожара в данном направлении прекращается, если преграда шире поперечника пожара. В противном случае пожар обходит преграду с одной или двух сторон. Чтобы оценить поперечник пожара в направлении преграды, следует вначале спрогнозировать распространение пожара по соседним направлениям.

Если на пути распространения пожара оказывается выдел, находящийся в переходной стадии, т.е. возможность горения которого является в данный момент неопределенной, то состояние – пожарной зрелости выдела оценивается экспертным путем или рассчитываются два варианта распространения пожара: 1) считая данный выдел горимым и 2) считая данный выдел негоримым.

Если путь пожару преграждает барьер (дорога, ручей, река и т.п.), то он обычно останавливает тыловую и фланговые кромки, а фронтальная кромка, особенно длинная (более 100 м) или высокоинтенсивная, способна преодолевать такие барьеры (кроме рек шириной 50 м и более, причем в ширину реки входят негоримые участки ее поймы).

Прогнозирование интенсивности кромки пожара необходимо для оценки силы пожара и для определения возможных последствий.

Интенсивность кромки  $I_{кр}$  (кВт/м) определяется по формуле:

$$I_{кр} = 0,017 \cdot Q_{сл} \cdot V \quad (3.4)$$

где:  $Q_{сл}$  – поверхностная теплота сгорания слоя, МДж/м<sup>2</sup> (прил. 3, табл. 1);

$V$  – расчетная скорость распространения кромки пожара, м/мин.

Силу низовых пожаров на практике обычно оценивают по высоте пламени  $h$  (м) на фронтальной кромке: слабые – до 0,5 м; средней силы – 0,5–1,5 м; сильные – более 1,5 м (Курбатский, 1962). Высота пламени на кромке связана с интенсивностью кромки и является внешним выражением интенсивности. Поэтому силу пожара в каждом выделе можно оценивать еще и по прогнозируемой интенсивности кромки (слабые – до 35, средней силы – 35-120 и сильные – более 120 кВт/м).

М.Е. Александром (Alexander, 1980) была установлена зависимость между этими двумя величинами:

$$h = (I)^{0,46} \quad (3.5)$$

Для составления оптимального плана тушения пожара необходимо также оценивать в конце каждого временного этапа прогнозирования периметр пожара  $P$  (м или км) и скорость увеличения периметра (кромки) пожара  $\Delta P$  (м/час).

Прогнозируемый периметр пожара  $P$  (м) можно определить расчетным путем по следующей формуле (Софронов, Волокитина, 1990а):

$$P = 3/2 \cdot (L_{ф-т} + L_{фл-фл}) \cdot K_u \quad (3.6)$$

где:  $L_{ф-т}$  – поперечник пожарища в направлении фронт – тыл, м;

$L_{фл-фл}$  – поперечник пожарища в направлении правый фланг – левый фланг, м;

$K_u$  – коэффициент извилистости кромки (в среднем 1,5).

Периметр пожара можно оценить и непосредственно по карте. Через точки на карте, которые пожар должен достигнуть в расчетное время по каждому направлению, проводится прогнозируемый контур пожара и измеряется длина этого контура (с учетом масштаба) и умножается на коэффициент извилистости.

Скорость увеличения периметра пожара  $\Delta P$  не зависит от площади пожара и определяется скоростью распространения кромки пожара.  $\Delta P$  можно оценивать по скорости фронтальной кромки ( $V_\phi$ ) (прил. 3, табл. 6).

Площадь лесного пожара  $S$  (га) можно определить по формуле:

$$S = 4 \cdot 10^{-6} \cdot P^2 \quad (3.7)$$

**Задача 3.** Сделать прогноз поведения низового пожара на участке Асиновского лесничества на основе крупномасштабной карты растительных горючих материалов (ПР № 2, рис. 2.3), информации о метеорологических условиях (табл. 3.1) и класса засухи по комплексному показателю ПН на текущий день (ПР № 1, табл. 1.2).

Условия высыхания соответствуют типовым. Выделы с неопределенной готовностью к горению склонны к возгоранию.

Таблица 3.1

Метеорологические условия

Этапы расчетного периода: Дата и время начала развития пожара – 23.05/11.00 Дата и время обнаружения пожара – 23.05/16.00 Дата и время прибытия на место пожара и развертывания работ по его тушению – 23.05/18.00						
ПН	3140,4					
КЗ	III					
Дата	23.05					
Сроки наблюдений на метеостанции	7	10	13	16	19	22
Температура воздуха, °С	14,7	20,5	22,8	23,9	24,5	22
Атмосферное давление, гПа	997,2	996,2	997,3	997,3	994,1	992,2
Ветер: направление скорость, м/с	ЮЗ 11	ЮЗ 11	ЮЗ 11	ЮЗ 5	С 5	С 4
Относительная влажность воздуха, %	31	29	22	19	50	65
$K_{вл}^*$	1,3	1,3	1,7	1,7	0,8	0,7

*Примечание.* Коэффициент влияния относительной влажности воздуха вносится в таблицу самостоятельно.

Этапы расчетного периода:

**I. 11.00–13.00**

Метеорологические условия (скорость и направление ветра, относительная влажность): 11ЮЗ/29

1. *Квартал/выдел: 10/2*

Полнота ( $P$ )/коэффициент полноты древостоя ( $K_n$ )/ОПГ/ККЗ: 0,6/0,23/Вл/III(?)

Протяженность выдела (Ф/ПФ/ЛФ/Т), м: 550/189/143/123

Экспозиция склона/ уклон, град: В/1

Коэффициент относительного влияния уклона ( $K_\phi$ ): 1

Базовая скорость ( $V_o$ , м/мин): 0,23

Скорость ветра над покровом ( $V_{en}$ , м/с):



$$V_{\text{вп}} = V_{\text{вм}} \cdot K_n = 11 \cdot 0,23 = 2,53 \text{ м/с}$$

Коэффициент относительного влияния ветра ( $K_{\text{в}}/K_{\text{в}'}$ ): 3,2/1,2

Коэффициент относительного влияния влажности ( $K_{\text{вл}}$ ): 1,3

Вероятные скорости распространения низового пожара по выделу:

$$V_{\text{ф}} = V_o \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{вл}} \cdot K_{\text{ф}} = 0,27 \cdot 3,2 \cdot 1,3 \cdot 1 = 1,12 \text{ м/мин}$$

$$V_{\text{фл}} = V_o \cdot K_{\text{в}' } \cdot K_{\text{вл}} \cdot K_{\text{ф}} = 0,27 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 = 0,42 \text{ м/мин}$$

$$V_{\text{т}} = V_o \cdot K_{\text{в}' } \cdot K_{\text{вл}} \cdot K_{\text{ф}} = 0,27 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 = 0,42 \text{ м/мин}$$

Поверхностная теплота сгорания слоя  $Q_{\text{сл}}$ , МДж/м<sup>2</sup>: 12

Интенсивность тепловыделения  $I$ , кВт/м:

$$I_{\text{ф}} = 0,017 \cdot Q_{\text{сл}} \cdot V = 0,017 \cdot 12 \cdot 1,12 = 0,23$$

$$I_{\text{фл}} = 0,017 \cdot Q_{\text{сл}} \cdot V = 0,017 \cdot 12 \cdot 0,42 = 0,09$$

$$I_{\text{т}} = 0,017 \cdot Q_{\text{сл}} \cdot V = 0,017 \cdot 12 \cdot 0,42 = 0,09$$

Высота пламени на кромке  $h$ , м:

$$h_{\text{ф}} = (I)^{0,46} = (0,23)^{0,46} = 0,5$$

$$h_{\text{фл}} = (I)^{0,46} = (0,09)^{0,46} = 0,3$$

$$h_{\text{т}} = (I)^{0,46} = (0,09)^{0,46} = 0,3$$

(Интенсивность тепловыделения  $I$  (кВт/м) и высота пламени на кромке  $h$  (м) в пределах каждого выдела рассчитывается непосредственно в итоговой таблице)

Период распространения по выделу в минутах/до (час. мин.):

Ф – 120/13.00

ПФ, ЛФ, Т – 120/13.00.

Расстояние, пройденное кромкой / в том числе нарастающим итогом, м:

Ф – 134/134 м,

ПФ, ЛФ, Т – 50/50 м.

**II. 13.00–16.00**

Метеорологические условия: 11ЮЗ/22

1. Квартал/выдел: 10/2

П/ $K_n$ /ОПГ/ККЗ: 0,6/0,23/Вл/Ш(?)

Протяженность выдела (Ф/ПФ/ЛФ/Т), м: 550/189/143/123

Экспозиция склона / уклон, град: В/1

$K_{\text{ф}}$ : 1

$V_o$ , м/мин: 0,23

$V_{\text{вп}}$ , м/с:

$$V_{\text{вп}} = V_{\text{вм}} \cdot K_n = 11 \cdot 0,23 = 2,53 \text{ м/с}$$

$K_{\text{в}}/K_{\text{в}'}$ : 3,2/1,2

$K_{\text{вл}}$ : 1,7

Вероятные скорости распространения низового пожара по выделу:

$$V_{\text{ф}} = V_o \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{вл}} \cdot K_{\text{ф}} = 0,27 \cdot 3,2 \cdot 1,7 \cdot 1 = 1,47 \text{ м/мин}$$

$$V_{\text{фл}} = V_o \cdot K_{\text{в}' } \cdot K_{\text{вл}} \cdot K_{\text{ф}} = 0,27 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1 = 0,55 \text{ м/мин}$$

$$V_{\text{т}} = V_o \cdot K_{\text{в}' } \cdot K_{\text{вл}} \cdot K_{\text{ф}} = 0,27 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1 = 0,55 \text{ м/мин}$$

Период распространения по выделу в минутах/до (час. мин.):

Ф – 180/16.00

ПФ – 180/16.00

ЛФ – 164/15.44

Т – 134/15.14

Расстояние, пройденное кромкой / в том числе нарастающим итогом, м:

Ф – 265/399 м,

ПФ – 99/149

ЛФ – 93/143

Т – 73/123

2. *Квартал/выдел: 10/1*

*П/К<sub>n</sub>/ОПГ/ККЗ: 0,4/0,38/Рх/И(+)*

Протяженность выдела, м: 180

Экспозиция склона / уклон, град: В/2

$K_{\phi}$ : 1

$V_o$ , м/мин: 0,4

$V_{вп}$ , м/с:

$$V_{вп} = V_{вм} \cdot K_n = 11 \cdot 0,38 = 4,18 \text{ м/с}$$

$K_{\epsilon}'$ : 1,6

$K_{вл}$ : 1,7

Вероятные скорости распространения низового пожара по выделу:

$$V_{\phi л} = V_o \cdot K_{\epsilon}' \cdot K_{вл} \cdot K_{\phi} = 0,4 \cdot 1,6 \cdot 1,7 \cdot 1 = 1,09 \text{ м/мин}$$

Период распространения по выделу в минутах/до (час. мин.): ЛФ – 16/16.00

Расстояние, пройденное кромкой / в том числе нарастающим итогом, м: ЛФ – 17/160

3. *Квартал/выдел: 10/6*

*П/К<sub>n</sub>/ОПГ/ККЗ: 0,4/0,38/Рх/И(+)*

Протяженность выдела, м: 87

Экспозиция склона / уклон, град: В/1

$K_{\phi}$ : 1

$V_o$ , м/мин: 0,4

$V_{вп}$ , м/с:

$$V_{вп} = V_{вм} \cdot K_n = 11 \cdot 0,38 = 4,18 \text{ м/с}$$

$K_{\epsilon}'$ : 1,6

Коэффициент относительного влияния влажности ( $K_{вл}$ ): 1,7

Вероятные скорости распространения низового пожара по выделу:

$$V_m = V_o \cdot K_{\epsilon}' \cdot K_{вл} \cdot K_{\phi} = 0,4 \cdot 1,6 \cdot 1,7 \cdot 1 = 1,09 \text{ м/мин}$$

Период распространения по выделу в минутах/до (час. мин.): Т – 46/16.00

Расстояние, пройденное кромкой / в том числе нарастающим итогом, м: Т – 50/173

### **III. 16.00–18.00**

Метеорологические условия: 5Ю3/19

1. *Квартал/выдел: 10/2*

*П/К<sub>n</sub>/ОПГ/ККЗ: 0,6/0,23/Вл/Ш(?)*

Протяженность выдела (Ф/ПФ/ЛФ/Т), м: 550/189/143/123

Экспозиция склона / уклон, град: В/1

$K_{\phi}$ : 1

$V_o$ , м/мин: 0,27

$V_{вп}$ , м/с:

$$V_{вп} = V_{вм} \cdot K_n = 5 \cdot 0,23 = 1,15 \text{ м/с}$$

$K_{\phi}/K_{\epsilon}'$ : 1,7/1,1

$K_{вл}$ : 1,7

Вероятные скорости распространения низового пожара по выделу:

$$V_{\phi} = V_o \cdot K_{\epsilon}' \cdot K_{вл} \cdot K_{\phi} = 0,27 \cdot 1,7 \cdot 1,7 \cdot 1 = 0,78 \text{ м/мин}$$

$$V_{\phi л} = V_o \cdot K_{\epsilon}' \cdot K_{вл} \cdot K_{\phi} = 0,27 \cdot 1,1 \cdot 1,7 \cdot 1 = 0,5 \text{ м/мин}$$

Период распространения по выделу в минутах/до (час. мин.):

Ф – 120/18.00

ПФ – 80/17.20

Расстояние, пройденное кромкой / в том числе нарастающим итогом, м:

Ф – 94/493 м,

ПФ – 40/189

2. *Квартал/выдел: 10/1*

*П/К<sub>н</sub>/ОПГ/ККЗ: 0,4/0,38/Рх/І(+)*

Протяженность выдела, м: 180

Экспозиция склона / уклон, град: В/2

$K_{\phi}$ : 1

$V_o$ , м/мин: 0,4

$V_{вп}$ , м/с:

$$V_{вп} = V_{вм} \cdot K_n = 5 \cdot 0,38 = 1,9 \text{ м/с}$$

$K_{\phi}'$ : 1,2

$K_{вл}$ : 1,7

Вероятные скорости распространения низового пожара по выделу:

$$V_{\phi л} = V_o \cdot K_{\phi}' \cdot K_{вл} \cdot K_{\phi} = 0,4 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1 = 0,82 \text{ м/мин}$$

Период распространения по выделу в минутах/до (час. мин.): ЛФ – 120/18.00

Расстояние, пройденное кромкой / в том числе нарастающим итогом, м: ЛФ – 98/301

3. *Квартал/выдел: 10/6*

*П/К<sub>н</sub>/ОПГ/ККЗ: 0,4/0,38/Рх/І(+)*

Протяженность выдела, м: 87

Экспозиция склона / уклон, град: В/1

$K_{\phi}$ : 1

$V_o$ , м/мин: 0,4

$V_{вп}$ , м/с:

$$V_{вп} = V_{вм} \cdot K_n = 5 \cdot 0,38 = 1,9 \text{ м/с}$$

$K_{\phi}'$ : 1,2

$K_{вл}$ : 1,7

Вероятные скорости распространения низового пожара по выделу:

$$V_m = V_o \cdot K_{\phi}' \cdot K_{вл} \cdot K_{\phi} = 0,4 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1 = 0,82 \text{ м/мин}$$

Период распространения по выделу в минутах/до (час. мин.): Т – 44/16.44

Расстояние, пройденное кромкой / в том числе нарастающим итогом, м: Т – 37/210

Прогнозируемый периметр пожара  $P$  на 16.00:

Протяженность кромок основных тактических частей пожара:

Ф – 399 м; ПФ – 149 м; ЛФ – 160 м; Т – 173 м.

$$L_{\phi-m} = 399 + 173 = 572 \text{ м}$$

$$L_{\phi л-\phi л} = 149 + 160 = 309 \text{ м}$$

$$P_{16.00} = 3/2 \cdot (L_{\phi-m} + L_{\phi л-\phi л}) \cdot K_u = 1,5 \cdot (572 + 309) \cdot 1,5 = 1982 \text{ м}$$

Прогнозируемый периметр пожара на 18.00:

Протяженность кромок основных тактических частей пожара:

Ф – 493 м; ПФ – 189 м; ЛФ – 301 м; Т – 210 м.

$$L_{\phi-m} = 493 + 210 = 703 \text{ м}$$

$$L_{\phi л-\phi л} = 189 + 301 = 490 \text{ м}$$

$$P_{18.00} = 3/2 \cdot (L_{\phi-m} + L_{\phi л-\phi л}) \cdot K_u = 1,5 \cdot (703 + 490) \cdot 1,5 = 2684 \text{ м}$$

Фактический периметр (по абрису) с учетом извилистости составляет:

$$P_{18.00} = P_{\phi} \cdot K_u = 2000 \cdot 1,5 = 3000 \text{ м}$$

из них с активно распространяющейся кромкой

$$P_a = P_{\phi} \cdot K_u = 1500 \cdot 1,5 = 2250 \text{ м}$$

Площадь лесного пожара  $S$  (га):

$$S_{16.00} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot P^2 = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 1982^2 = 15,71 \text{ га}$$

$$S_{18.00} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot P^2 = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 2684^2 = 28,82 \text{ га}$$

Таблица 3.2

## Прогноз поведения низового пожара

Лесничество: Асиновское															
Участковое лесничество: Асиновское															
1	Тактическая часть пожара (фронт, правый фланг, левый фланг, тыл)	Ф	Ф	Ф	ПФ	ПФ	ПФ	ЛФ	ЛФ	ЛФ	ЛФ	Т	Т	Т	Т
2	Квартал и номер выделов на карте	10/2	10/2	<b>10/2</b>	10/2	10/2	<b>10/2</b>	10/2	10/2	10/1	<b>10/1</b>	10/2	10/2	10/6	<b>10/6</b>
3	Протяженность выдела, м	550	550	<b>550</b>	189	189	<b>189</b>	143	143	180	<b>180</b>	123	123	87	<b>87</b>
4	Тип ОПГ	Вл	Вл	<b>Вл</b>	Вл	Вл	<b>Вл</b>	Вл	Вл	Рх	<b>Рх</b>	Вл	Вл	Рх	<b>Рх</b>
5	Критический класс засухи (ККЗ)	III	III	<b>III</b>	III	III	<b>III</b>	III	III	I	<b>I</b>	III	III	I	<b>I</b>
6	$V_0$ (базовая скорость), м/мин	0,27	0,27	<b>0,27</b>	0,27	0,27	<b>0,27</b>	0,27	0,27	0,4	<b>0,4</b>	0,27	0,27	0,40	<b>0,4</b>
7	Экспозиция склона / уклон, град	В/0	В/0	<b>В/0</b>	В/1	В/1	<b>В/1</b>	В/1	В/2	В/2	<b>В/2</b>	В/0	В/0	В/0	<b>В/0</b>
8	$K_\phi$	1,0	1,0	<b>1,0</b>	1,0	1,0	<b>1,0</b>	1,0	1,0	1,0	<b>1,0</b>	1,0	1,0	1,0	<b>1,0</b>
9	Полнота древостоя (или затененность покрова)	0,6	0,6	<b>0,6</b>	0,6	0,6	<b>0,6</b>	0,6	0,6	0,4	<b>0,4</b>	0,6	0,6	0,4	<b>0,4</b>
10	$K_d$ (для ветра у поверхности земли)	0,23	0,23	<b>0,23</b>	0,23	0,23	<b>0,23</b>	0,23	0,23	0,38	<b>0,38</b>	0,23	0,23	0,38	<b>0,38</b>
11	$V_{вп}$ , м/с (ветер над покровом)	2,53	2,53	<b>1,15</b>	2,53	2,53	<b>1,15</b>	2,53	2,5	4,18	<b>1,9</b>	2,53	2,53	4,18	<b>1,9</b>
12	$K_b$	3,2	3,2	<b>2,1</b>	1,2	1,2	<b>1,1</b>	1,2	1,2	1,6	<b>1,2</b>	1,2	1,2	1,6	<b>1,2</b>
13	$V_{кр}$ (скорость кромки пожара), м/мин	1,12	1,47	<b>0,78</b>	0,42	0,55	<b>0,5</b>	0,42	0,42	1,09	<b>0,82</b>	0,42	0,55	1,09	<b>0,82</b>
14	$Q_{сл}$ , МДж/м <sup>2</sup> (поверхностная теплота сгорания слоя)	12	12	<b>12</b>	12	12	<b>12</b>	12	12	11	<b>11</b>	12	12	11	<b>11</b>
15	$I_{кр}$ , кВт/м (интенсивность кромки)	0,23	0,3	<b>0,16</b>	0,09	0,11	<b>0,1</b>	0,09	0,09	0,2	<b>0,15</b>	0,09	0,11	0,2	<b>0,15</b>
16	h, м (высота пламени на кромке)	0,5	0,6	<b>0,4</b>	0,3	0,4	<b>0,3</b>	0,3	0,3	0,5	<b>0,4</b>	0,3	0,4	0,5	<b>0,4</b>
17	Период распространения по выделу в минутах/ до (час. мин.)	120/ 13.0 0	180/ 16.00	<b>180/ 18.00</b>	120/ 13.00	180/ 16.00	<b>80/ 17.20</b>	120/ 13.00	164/ 15.44	16 16.00	<b>120/ 18.00</b>	120/ 13.00	134/ 15.14	46/ 16.00	<b>44/ 16.44</b>
18	Расстояние, пройденное кромкой / в том числе нарастающим итогом, м	134/ 134	265/ 399	<b>94/ 493</b>	50/ 50	99/ 149	<b>40/ 189</b>	50/ 50	93/ 143	17/ 160	<b>98/ 301</b>	50/ 50	73/ 123	50/ 173	<b>37/ 210</b>

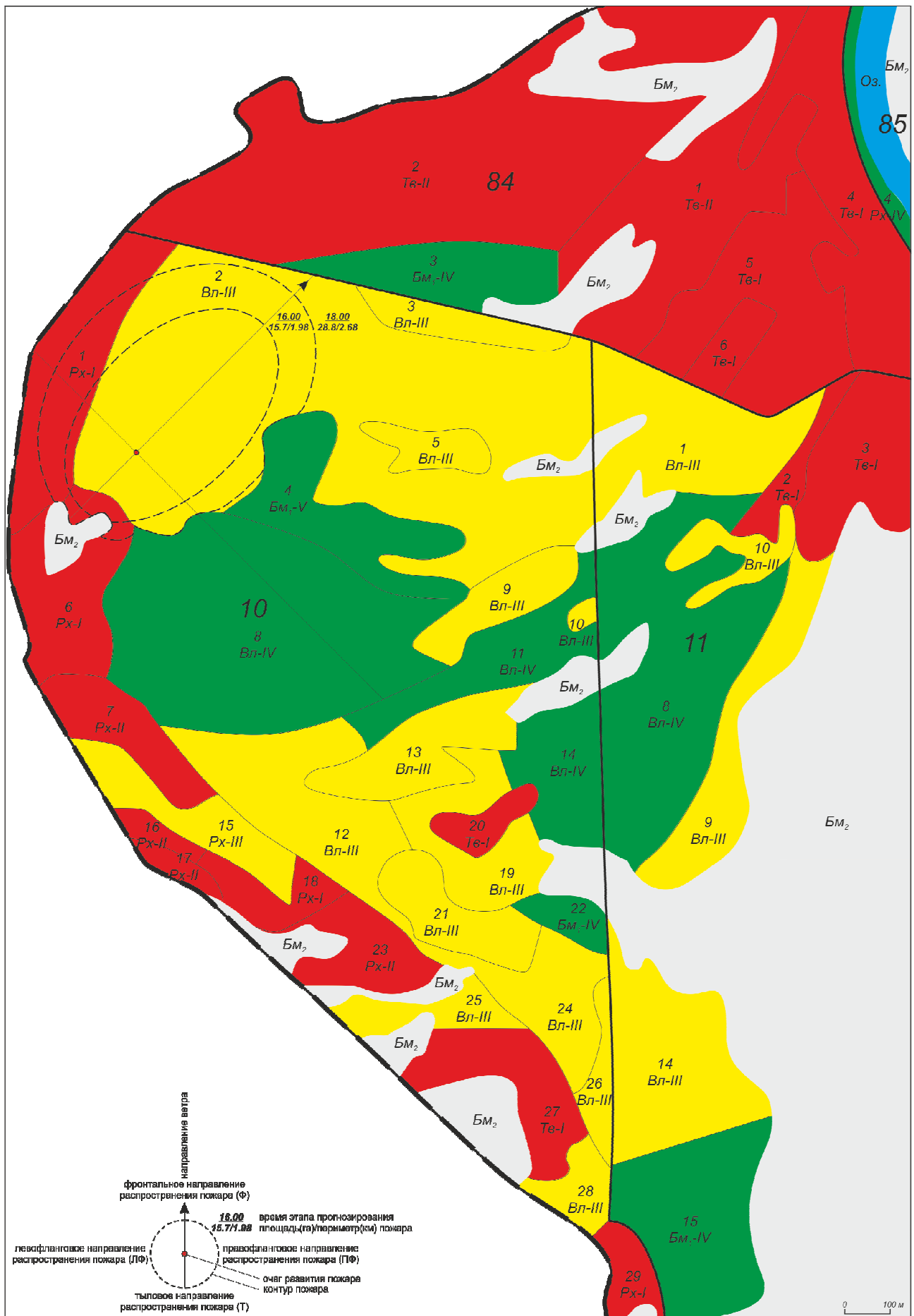


Рис. 3.1. Прогнозируемые контуры развития низового пожара.

Таблица 1

Базовая скорость распространения горения и поверхностная теплота сгорания слоя

Лесопожарный показатель засухи, <i>единиц</i>			Пирологические характеристики			
			поверхностная теплота сгорания слоя $Q_{сл}$ , МДж/м <sup>2</sup>	интенсивность тепловыделения I, кВт/м	базовая (штилевая) скорость распространения горения $V_0$ ,	
+	тип	-			м/мин	м/с
<b>Лишайниковый тип ОПГ (Лш)</b>						
40	100	300	4,0	68	0,20	0,003
70	200	600	5,0	80	0,25	0,004
100	300	900	6,5	105	0,32	0,005
130	400	1200	7,5	121	0,40	0,007
160	500	1500	8,5	136	0,46	0,008
200	700	2000	9,0	140	0,54	0,009
300	1000	3000	9,5	148	0,60	0,010
600	2000	6000	10,0	156	0,64	0,011
1000	3000	9000	10,0	156	0,64	0,011
1300	4000	12000	10,0	156	0,64	0,011
1600	5000	15000	10,0	156	0,64	0,011
<b>Сухомшистый тип ОПГ (Сх)</b>						
160	500	1500	3,5	80	0,14	0,002
200	700	2000	5,3	100	0,16	0,002
300	1000	3000	10,0	230	0,19	0,003
600	2000	6000	16,0	370	0,25	0,004
1000	3000	9000	20,0	450	0,27	0,004
1300	4000	12000	22,0	480	0,29	0,005
1600	5000	15000	24,0	510	0,30	0,005
<b>Влажномшистый тип ОПГ (Вл)</b>						
300	1000	3000	2,3	50	0,15	0,003
600	2000	6000	8,8	190	0,22	0,004
1000	3000	9000	12,0	260	0,27	0,004
1300	4000	12000	13,2	290	0,30	0,005
1600	5000	15000	14,4	310	0,33	0,006
<b>Рыхлоопадный тип ОПГ (Рх)</b>						
200	700	2000	4,0	57	0,10	0,002
300	1000	3000	7,5	100	0,20	0,003
600	2000	6000	10,0	132	0,30	0,005
1000	3000	9000	11,0	140	0,40	0,006
1300	4000	12000	11,5	146	0,44	0,007
1600	5000	15000	12,0	150	0,50	0,008
<b>Плотноопадный тип ОПГ (Пл)</b>						
300	1000	3000	3,0	70	0,20	0,003
600	2000	6000	9,0	210	0,23	0,004
1000	3000	9000	12,0	280	0,26	0,004
1300	4000	12000	13,5	310	0,29	0,005
1600	5000	15000	15,0	330	0,32	0,005
<b>Травяно-ветошный тип ОПГ (Тв)</b>						
100	300	900	(9,0) *	-	0,30	0,005
130	400	1200	(10,0)	-	0,33	0,005
160	500	1500	(10,0)	-	0,35	0,006
200	700	2000	(10,0)	-	0,38	0,006
300	1000	3000	(10,0)	-	0,40	0,007
600	2000	6000	(10,0)	-	0,40	0,007
1000	3000	9000	(11,0)	-	0,40	0,007
1300	4000	12000	(11,0)	-	0,40	0,007
1600	5000	15000	(11,0)	-	0,40	0,007

Примечание: 1. тип – условия высыхания соответствуют типовым; «+» – условия высыхания на участке лучше типовых настолько, что критический класс засухи меньше класса, типичного для данного типа ОПГ; «-» – условия высыхания настолько же хуже типовых. 2. Болотно-моховый (Бм) и —беспроводниковый (Бп) типы ОПГ практически негоримы, поэтому они не включены в таблицу. \* – для травяно-ветошного типа ОПГ под пологом леса

Таблица 2

Коэффициенты ( $K_e$ ) относительного влияния ветра ( $V_{en}$ )

$V_{en}$ , м/с	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	5,0
$K_e$	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,6	3,2	4,0	5,0	6,0	7,0	10,0
$K_e'$	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8
$K_e''$	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	3	3,5	4,5

Примечание.  $V_{en}$  – скорость ветра на высоте 2 м над напочвенным покровом;  $K_e$  – для фронта;  $K_e'$  – для тыла и флангов;  $K_e''$  – для фланга при интенсивном горении.

Таблица 3

Коэффициенты ( $K_{el}$ ) влияния относительной влажности воздуха ( $f$ )

$f$ , %	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
$K_{el}$	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,3

Таблица 4

Коэффициенты ( $K_\varphi$ ) относительного влияния уклона ( $\varphi$ )

$\varphi$ , град	-40	-30	-20	-10	0	10	15	20	25	30	35	40
$K$	0,7	0,7	0,7	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	4,0	6,0	12,0

Примечание. Вверх по склону – углы положительные; вниз – отрицательные; поперек – нулевые.

Таблица 5

Коэффициент ( $K_n$ ), учитывающий относительную полноту древостоя ( $\Pi$ )

$\Pi$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$K_n$	0,77	0,70	0,60	0,48	0,38	0,30	0,23	0,16	0,11	0,07	0,05

Таблица 6

Скорость увеличения периметра пожара ( $\Delta P$ )

$V_{\phi}$ , м/мин	25	40	70	120	200
$P$ , м/ч	200	300	400	700	1000

#### Практическая работа № 4. Физико-химические процессы горения лесных горючих материалов

**Цель:** освоить методику определения количества продуктов сгорания ЛГМ, их теплотворной способности и действительной температуры горения.

Растительные (древесные и травянистые) материалы, способные воспламеняться от источников высоких температур подразделяются на 3 группы: *легковоспламеняющиеся и быстрогорящие* (сухая трава, опавшие листья, хвоя, мелкие ветки, сучья, некоторые кустарнички, самосев и др.), которые способствуют быстрому распространению огня и служат воспламенителями для медленновоспламеняющихся материалов; *медленновоспламеняющиеся и медленногорящие лесные горючие материалы* (валежник, пни, сухостой, нижние слои лесной подстилки, кустарники и деревья), способствующие усилению и развитию горения; *травянистые растения и мхи*, которые вследствие высокого содержания влаги сдерживают распространение горения.

Курбатский (1962, 1970) предложил выделять в лесах проводники горения и материалы, поддерживающие и задерживающие распространение горения (табл. 4.1).



Горимость лесов определяется по скорости высыхания основных проводников горения, объектов первоначального загорания в лесу – лесная подстилка, сухая отмершая трава, определенные виды живого почвенного покрова, валежник. Скорость пожарного созревания напочвенных покровов определяет пожароопасность лесных участков по быстроте возможности наступления пожаров в них с установлением бездождевого периода.

*Проводники горения* – гигроскопические горючие материалы, выделяющие при горении такое количество тепла, которое обеспечивает поддержание и распространение горения.

*Поддерживающие горение* – живые растения, регулирующие испарение воды, имеющие постоянное высокое влагосодержание и небольшой объемный вес слоя. Вследствие этого горение по ним не распространяется. Они могут сгорать лишь вместе с проводниками горения, повышая общую интенсивность пожара.

*Задерживающими распространение* горения являются горючие материалы, которые в естественном состоянии гореть не могут вследствие высокой влажности, особенностей структуры или химического состава. Для подготовки их к воспламенению требуется большое количество тепла, поэтому они могут сгорать только совместно с другими материалами, при этом значительно снижают интенсивность горения.

Условия местопроизрастания определяют сходство объединяемых типов лесов по составу и состоянию древостоев, напочвенному покрову, характеру микрорельефа и т.д. Это обуславливает сходные типы горючих материалов и сходные условия их высыхания, что дает основание объединять типы лесов в аналогичные группы и в пирологическом отношении.

Растительная масса лесного биогеоценоза образует структурный слой из горючих материалов, по которому и распространяется горение при пожарах. Однако вся органическая масса лесного биогеоценоза при пожарах сгорает очень редко. Полнота сгорания ее, скорость распространения, интенсивность и другие характеристики горения в сильной степени зависят от свойств горючих материалов, от их количества, структуры, влажности и химического состава.

Общим условием процесса горения является наличие в лесных материалах углерода, водорода, азота и кислорода в воздухе (прил. 4, табл. 1).

Загорание и горение лесных горючих материалов, вызывающие лесной пожар, представляют собой экзотермический процесс (реакция, происходящая с выделением тепла); он сопровождается окислительную реакцию горючих материалов, происходящую под воздействием высокой температуры и кислорода воздуха. Источник высокой температуры (огонь) попадает на лесные горючие материалы извне. Процесс загорания и горения лесных горючих материалов последовательно проходит следующие фазы: предварительный нагрев и подсушивание с выделением водяных паров (120 °С); высыхание, загорание и горение с выделением из горючих материалов водяных паров, горючих газов, кислот, смол (260 °С); воспламенение газов (315-425 °С) и пламенное горение с выделением дыма, углекислого газа, водяных паров и несгоревших газов (650-1095 °С); обугливание и горение углей до полного сгорания лесных горючих материалов.

Таблица 4.1

Классификация лесных горючих материалов (по Н.П. Курбатскому)

Группа	Вид	Тип горения
I	Кустистые лишайники, блестящие и зеленые мхи, мелкие растительные остатки (опад, травяная ветошь)	Основные проводники горения; имеют рыхлую структуру, быстро высыхают и увлажняются, горение преимущественно пламенное
II	Лесная подстилка, перегнойный и торфяной горизонты	Проводники беспламенного горения; отличаются, преимущественно плотной структурой с большой долей порошкообразных частиц, горение

		беспламенное (тление)
III	Крупные древесные остатки (валежник, сухостой, пни, сухие сучья, порубочные остатки)	Отличаются большой плотностью и медленными изменениями влажности; различная степень разложения древесины обуславливает смешанный характер их горения: здоровая древесина горит преимущественно пламенем, гнилая – беспламенно
IV	Травы, кустарнички, папоротники и плауны, и самосев древесных пород	Имеют достаточно высокую постоянную влажность, горят совместно с горючими материалами первой группы, заметно усиливая общую интенсивность горения при низовых пожарах
V	Подрост и подлесок	Могут гореть и усиливать горение при интенсивном горении под ними напочвенных горючих материалов; хвойные породы более интенсивно поддерживают горение, чем лиственные
VI	Хвоя, листва, несущие их веточки (до 7 мм) и мелкие сучья полога древостоя	Могут гореть при интенсивном горении напочвенных горючих материалов и подраста с подлеском; хвойные породы более интенсивно поддерживают горение, чем лиственные
VII	Стволы и толстые ветви деревьев (более 7 мм)	Не горят и не могут служить в качестве основных проводников горения, за исключением поврежденных и больных стволов (сухобочины, засмоленные раны, гнилая сердцевина и др.)

Наблюдается два типа горения: *пламенное* и *беспламенное*. Пламенное – это горение продуктов пиролиза древесины и твердой фазы (угля). беспламенное горение, развивающееся в толще горючего материала, протекает при недостатке кислорода. Скорость распространения огня здесь обычно незначительна (от нескольких миллиметров до нескольких дециметров в час), тогда как при пламенном горении она может составлять сотни метров и даже несколько километров в час. Типы горения взаимосвязаны друг с другом и при определенных условиях один тип переходит в другой. Для практического разделения горения на пламенное и беспламенное можно принять следующую концепцию Г.А. Амосова: если высота пламени не менее двукратного диаметра (толщины) горячей частицы – горение пламенное, если меньше – беспламенное. Напочвенный покров с мелким опадом, хвоя и мелкие сучья горят преимущественно пламенем. При возрастании толщины сгорающего слоя в глубине его наблюдается беспламенное горение, характерное при горении торфа, лесной подстилки, валежника.

Устойчивость процесса горения определяется балансом тепла между его выделением от химических реакций горючего с кислородом ( $A_{np}$ ) и рассеиванием тепла в окружающее пространство ( $A_p$ ). При  $A_{np} > A_p$  – горение устойчивое, процесс горения поддерживает сам себя. Это характерно для горения сухих материалов. При  $A_{np} = A_p$  – горение неустойчивое и характерно для влажных материалов. При  $A_{np} < A_p$  – горение прекращается самопроизвольно.

Распространение пламени происходит за счет передачи теплоты от слоя к слою. Теплота передается в результате следующих физических процессов: теплопроводности (перенос тепловой энергии); излучения; диффузии (перенос массы горючих компонентов).

Время пребывания веществ во фронте пламени – зоне, в которой происходит химическая реакция окисления, т.е. горение – колеблется в пределах  $10^{-3}$ - $10^{-7}$  с. Теплота химической реакции, которая протекает во фронте пламени, распространяется радиально, поэтому прогреваются все расположенные рядом слои горючего вещества и воздуха. На скорость распространения горения оказывают следующие факторы ЛГМ: химический состав,

зольность, теплотворная способность, температура горения, влагосодержание, структура и запас.

Исходная смесь имеет температуру  $T_0$ , ближе к фронту пламени температура становится выше и, достигая температуры самовоспламенения  $T_c$ , резко повышается в зоне реакции, до *температуры горения*  $T_z$ . Ширина зоны прогрева зависит от теплопроводности горючей смеси и скорости распространения пламени. Увеличение теплопроводности расширяет зону прогрева, увеличение скорости реакций – сужает.

В зоне реакции кроме процесса теплопроводности протекают процессы диффузии. Диффузия вызвана различием парциальных давлений отдельных компонентов смеси в зоне реакции и в исходной смеси из-за сгорания компонентов горючей смеси. Это приводит к диффузии горючих компонентов и кислорода в зону горения.

Распространение горения по территории происходит при условии взаимного соприкосновения горючих материалов или при минимальном расстоянии между ними, т.е. при наличии сплошного ковра из горючих материалов с достаточно рыхлым их взаиморасположением. Горение распространяется вглубь вследствие нагревания внутренних слоев, а по территории – в результате нагревания соседних горючих материалов. Пожар может развиваться лишь в том случае, если влажность горючих материалов настолько низка, что выделяющегося при горении тепла достаточно для испарения находящейся в горючих материалах воды, дальнейшего повышения температуры до состояния горения. Состояние горючих материалов в лесном напочвенном покрове после высыхания позволяет огню распространяться по ним за счет своего пламени, т.е. напочвенный покров приобретает загораемость. Таким образом, загораемость напочвенного покрова – это его способность гореть самостоятельно.

**Расчет объема и процентного состава продуктов горения вещества сложного элементного состава.** Практически всегда органические вещества горят с образованием продуктов полного и неполного горения. К продуктам *полного сгорания* относятся: углекислый газ, образующийся при горении углерода, разложении карбонатов; водяной пар, образующийся при горении водорода и испарении влаги в исходном веществе; оксид серы ( $SO_2$ ) и азот – продукты горения соединений, содержащих серу и азот. Продукты *неполного сгорания* – угарный газ ( $CO$ ), сажа ( $C$ ), продукты термоокислительного разложения – смолы. Неорганические вещества сгорают, как правило, до соответствующих оксидов.

Выход продуктов горения количественно установить невозможно из-за чрезвычайной сложности их состава, поэтому материальный баланс процесса горения рассчитывается из предположения, что вещество сгорает полностью до конечных продуктов. При этом в состав продуктов горения включают также азот воздуха, израсходованного на горение, и избыток воздуха при  $\alpha_0 > 1$ .

Порядок расчета количества продуктов сгорания определяется типом (составом) горючего вещества. В том случае, когда горючее – природное многокомпонентное сырье органического происхождения (древесина, торф, уголь и др.), теоретический выход продуктов горения определяется как сумма продуктов горения каждого элемента, входящего в состав вещества, с помощью уравнений реакций горения основных, подверженных реакциям окисления атомов – водорода, углерода, серы. В горючих веществах природного происхождения содержатся также азот ( $N_2$ ), влага ( $W$ ), и зола ( $A$ ), которые не участвуют в процессе горения, но переходят в газообразное состояние и смешиваются с продуктами сгорания.

Объемы отдельных компонентов продуктов горения  $V(CO_2, H_2O, N_2)$ :

$$V_{CO_2} = m \cdot \frac{V_{CO_2}^m \cdot \omega_C}{100}, \text{ м}^3 \quad (4.1)$$

$$V_{H_2O} = m \cdot \left( \frac{V_{H_2O}^m \cdot \omega_H}{100} + \frac{V_{H_2O}^m \cdot \omega_W}{100} \right), \text{ м}^3 \quad (4.2)$$

$$V_{N_2} = m \cdot \left( \frac{V_{N_2}^m \cdot \omega_C}{100} + \frac{V_{N_2}^m \cdot \omega_H}{100} + \frac{V_{N_2}^m \cdot \omega_N}{100} + \frac{V_{N_2}^m \cdot \omega_O}{100} \right), \text{ м}^3 \quad (4.3)$$

где:  $m$  – масса горючего материала, кг;

$V_{CO_2}^m$ ,  $V_{H_2O}^m$ ,  $V_{N_2}^m$  – теоретический объем продуктов сгорания элементов сложных веществ при

нормальных условиях,  $\text{м}^3$  (прил. 4, табл. 2);

$\omega_C$ ,  $\omega_H$ ,  $\omega_N$ ,  $\omega_O$  – массовые доли элементов в горючем материале, %;

$\omega_W$  – содержание влаги в горючем материале, %;

Теоретический объем воздуха, необходимый для горения вещества  $V_6^{теор}$ :

$$V_6^{теор} = m \cdot 0,267 \cdot \left( \frac{\omega_C}{3} + \omega_H + \frac{\omega_S - \omega_O}{8} \right), \text{ м}^3 \quad (4.4)$$

Избыток воздуха  $\Delta V_6$ :

$$\Delta V_6 = V_6^{теор} \cdot (\alpha_6 - 1), \text{ м}^3 \quad (4.5)$$

где:  $\alpha_6$  – коэффициент избытка воздуха.

Суммарный объем продуктов горения  $V_{n_2}$  (н.у.):

$$V_{n_2} = V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} + V_{SO_2} + \Delta V_6, \text{ м}^3 \quad (4.6)$$

Объемная концентрация продуктов горения  $\varphi_{CO_2}^{об}$ :

$$\varphi_{CO_2}^{об} = \frac{V_{CO_2} \cdot 100}{V_{n_2}} \quad (4.7)$$

Суммарный объем продуктов горения при заданных условиях  $V_{n_2}^t (P_2, T_2)$ :

$$V_{n_2}^t = V_{n_2} \cdot \frac{T_2 \cdot P_0}{T_0 \cdot P_2}, \text{ м}^3 \quad (4.8)$$

где:  $P_0$  – давление при нормальных условиях (1013,3 гПа);

$P_2$  – давление при заданных условиях, гПа;

$T_0$  – температура при нормальных условиях (273,15 К);

$T_2$  – температура при заданных условиях.

**Определение теплового эффекта реакции горения вещества.** В лесу процесс горения отличается более сложной физико-химической природой, чем в лабораторных условиях. Горение лесных материалов начинается с нижних наземных ярусов и происходит в открытой атмосфере, а не в замкнутом объеме.

Тепловой баланс процесса горения складывается из следующих составляющих:

приход: основная статья приходной части теплового баланса – это теплота горения вещества  $Q_{гор}$ ; вторая составляющая  $Q_{исх}$  – теплота исходных веществ, т.е. теплосодержание горючего и окислителя, зависящая от агрегатного состояния и химической природы горючего.

расход:  $Q_{n_2}$  – теплота, уходящая с продуктами горения (35-95 % от  $Q_{гор}$ ), также называемая также теплотой конвекции или конвективной теплотой, так как продукты горения создают конвективный поток над пламенем;

$Q_{нд}$  – это часть химической энергии исходного горючего вещества, заключенная в продуктах неполного горения, уходящих из пламени (в зависимости от условий газообмена и вида горючего.  $Q_{нд}$  составляет 5-25 % от  $Q_{гор}$ );

$Q_{изл}$  – теплота излучения пламени (до 40 % от  $Q_{гор}$ ), небольшая часть которой уходит с конвективным потоком, а также падает на горящую поверхность, основная часть – излучается в окружающую среду.

С учетом перечисленных составляющих уравнение теплового баланса процесса горения будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{Q_{исх} + Q_2}{\text{приход}} = \frac{Q_{нг} + Q_{нд} + Q_{изл}}{\text{расход}} \quad (4.9)$$

Анализ этого уравнения показывает, что практически единственным источником тепловой энергии любого процесса горения, а значит, и любого пожара, является тепловой эффект химических реакций окисления в пламени, т.е. теплота горения, которая относится к важнейшим характеристикам пожарной опасности веществ и материалов.

Схема рассеивания тепла фронтальной кромкой интенсивного низового пожара протяженностью глубины кромки  $l_{кр}$  1 м и высотой пламени  $h_{пл}$  1 м приведена на рис. 4.1. Наклон пламенной завесы ветром приводит к тому, что большая часть радиации правой стороны пламени, имеющей более высокую температуру, падает на подстилку и напочвенный покров. Последние на 80-90% поглощают падающую радиацию, которая сразу же превращается в тепло, идущее на прогрев и высушивание очередных порций горючего, в связи с чем интенсивность горения материалов по ветру будет большей. Излучение тыльной стороны пламени меньше, и оно направлено в основном вверх, в атмосферу. Основная доля тепла уносится нагретыми газами вверх, вследствие возникновения над очагом пожара конвекционных токов, уносящих 70-77% энергии, частично переходя в кинетическую энергию газового потока. Скорость газов над низовыми пожарами обычно не превышает 2-5 м/с, и в кинетическую энергию переходит только 0,1-0,2% от выделяющегося тепла.

Рассеивание энергии теплопроводностью (кондуктивностью) составляет небольшую долю от всего расхода: в почву уходит 3-4 %, передается воздуху – 2-3% (Амосов, 1958). Причем тепло, передаваемое воздуху, быстро вовлекается в конвекционный поток за счет подтока воздуха.

Общий итог рассеивания тепла низовых пожаров в среднем составляет:

- излучение в стороны 18-20%;
- конвекцией плюс излучением вверх 70-80%;
- теплопроводностью в почву 3-4%.

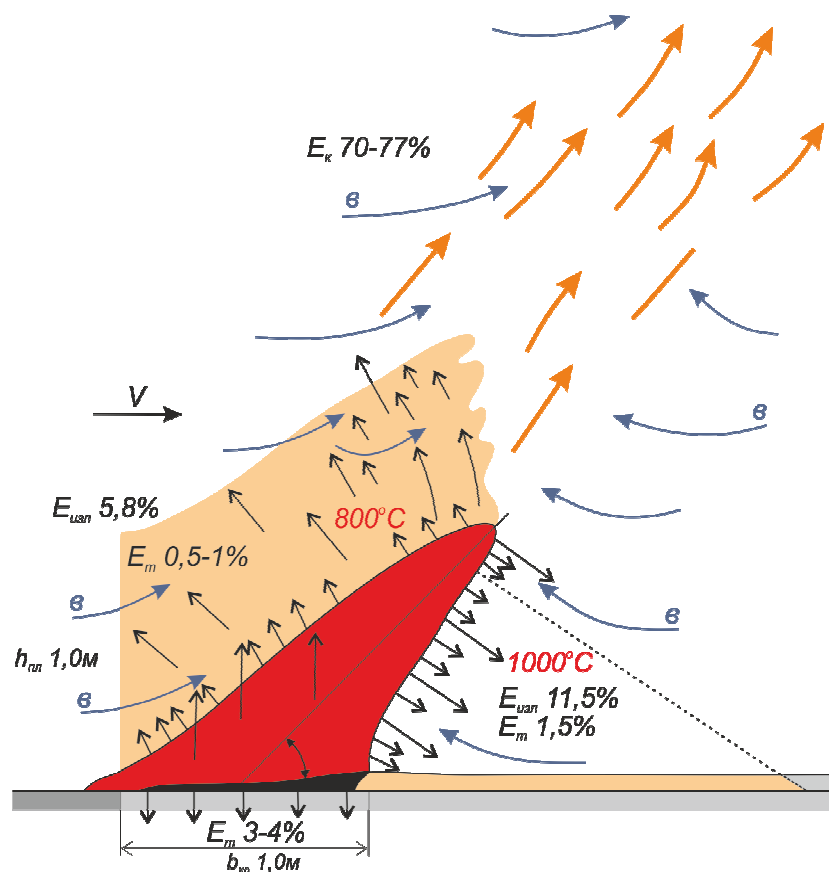


Рис. 4.1. Схема рассеивания тепла горячей кромкой низового пожара:  
 $E_k$ ,  $E_{изл}$ ,  $E_m$  – потери тепла конвекцией, излучением, теплопроводностью.

В пожарно-технических расчетах часто пользуются понятием *удельной теплоты горения*, т.е. количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании единицы массы или объема горючего вещества. Размерность удельной теплоты горения – кДж/кг или кДж/м<sup>3</sup>.

В зависимости от агрегатного состояния воды в продуктах горения различают низшую и высшую теплоту горения. Если вода находится в парообразном состоянии, то теплоту горения называют *низшей теплотой горения*  $Q_n$ . Если пары воды конденсируются в жидкость, то теплота горения – *высшая*  $Q_v$ .

На лесных пожарах имеют дело с низшей теплотворной способностью, меньшее значение которой объясняется тем, что в процессе горения участвуют влажные горючие материалы. В результате этого часть тепла затрачивается на испарения влаги из горючего. Таким образом, теряется часть образующегося тепла.

Значения низшей теплоты сгорания веществ и материалов могут быть рассчитаны по формуле Д.И. Менделеева. Данная формула может быть использована для расчетов  $Q_n$  веществ сложного элементного состава, а также для любых индивидуальных веществ, если предварительно рассчитать массовую долю каждого элемента в соединении:

$$Q_n = 339,4 \cdot \omega_C + 1257 \cdot \omega_H - 108,9 \cdot [(\omega_O + \omega_N) - \omega_S] - 25,1 \cdot [9 \cdot \omega_H + \omega_W], \text{ кДж/кг} \quad (4.10)$$

где:  $\omega_C$ ,  $\omega_H$ ,  $\omega_N$ ,  $\omega_O$  – массовые доли элементов в горючем материале, %;  
 $\omega_W$  – содержание влаги в горючем материале, %;

И.А. Каблуковым предложена более простая формула для расчета практической теплотворной способности:

$$Q_n = 13620 \cdot K, \text{ кДж/кг} \quad (4.11)$$

$$Q_H = 3250 \cdot K, \text{ ккал/кг} \quad (4.12)$$

где:  $K$  – кислородный коэффициент ( $K=1,3-1,5$ ), определяемый по формуле:

$$K = \frac{8}{3} \cdot C + 8 \cdot H - O \quad (4.13)$$

$C, H, O$  – процентное содержание химических элементов в лесном материале, выраженное в долях килограмма.

Низшая и высшая теплоты сгорания связаны соотношением:

$$Q_B = Q_H + k \cdot (W + 9 \cdot H) \quad (4.14)$$

где:  $k$  – коэффициент, равный 25 кДж/кг (6 ккал/кг);  
 $W$  – количество воды в горючем веществе, % (масс.);  
 $H$  – количество водорода в горючем веществе, % (масс.).

В России тепловые расчеты (например, расчет тепловой нагрузки для определения степени взрывопожарной и пожарной опасности) обычно производят по низшей теплоте сгорания. В США, Великобритании, Франции – по высшей теплоте сгорания.

Низшая теплотворная способность ЛГМ колеблется в пределах от 16,83 МДж/кг у лишайника до 22,65 МДж/кг у торфа высокой степени разложения. На практике теплотворная способность горючего оказывается меньше низшего ее значения. Это связано, во-первых, с химическим недожогом (10-20 %), который означает неполное сгорание углерода, так как часть его улетает в виде мелких твердых частичек дыма (сажи). Во-вторых, древесина содержит свыше 40 % собственного кислорода (сравнительно окисленный материал) и потому не может выделять большого количества тепла при своем окончательном окислении в процессе горения как, например, каменный уголь или нефть.

**Определение температуры горения.** Выделяющееся в зоне горения тепло расходуется на нагревание продуктов горения, на нагрев горючего вещества и окружающей среды. Та температура, до которой в процессе горения нагреваются продукты горения, называется температурой горения. В технике и пожарном деле различают *теоретическую, калориметрическую, адиабатическую и действительную* температуру горения.

*Теоретическая температура горения* – это температура, при которой выделившаяся теплота горения смеси стехиометрического состава (смесь окислителя и горючего, в которой окислителя ровно столько, сколько необходимо для полного окисления горючего) расходуется на нагрев и диссоциацию продуктов горения. Практически диссоциация продуктов горения начинается при температурах выше 2000 К.

*Калориметрическая температура горения* – это температура, которая достигается при горении стехиометрической горючей смеси с начальной температурой 273 К и при отсутствии потерь в окружающую среду.

Теоретическая и калориметрическая температура горения парогазовых смесей широко используется при оценке пожарной опасности веществ. Кроме того, ее можно применять для расчета максимального давления взрыва при горении парогазовой смеси в замкнутом объеме.

*Адиабатическая температура горения* – это температура полного сгорания смесей любого состава (коэффициент избытка воздуха  $\alpha_v > 1$ ) при отсутствии потерь в окружающую среду.

*Действительная температура горения* – это температура горения, достигаемая в условиях реального пожара. Она намного ниже теоретической, калориметрической и адиабатической, т.к. в реальных условиях до 40 % теплоты горения обычно теряется на излучение, недожог и т.п.

Установлено, что при горении максимальные значения температуры достигают на поверхности напочвенного покрова более 1000 °С. По мере поднятия продуктов сгорания

над низовым пожаром их температура быстро падает до 50 °С на высоте 10 м, 24-26 °С – на 20 м, что объясняется вовлечением в конвекционную колонку больших масс воздуха со стороны, особенно при ветре. При толстом слое подстилки и мохового покрова, засушливой погоде, при наличии куртин высокого подроста интенсивность горения возрастает, высота пламени увеличивается до 5-6 м. Газы, не успевающие охладиться до крон I яруса, подогревают и подсушивают хвою и ветви верхнего полога, что приводит к воспламенению последних. Низовой пожар переходит в верховой, это особенно характерно для хвойных молодняков, имеющих низкоопущенные кроны.

Экспериментальное определение температуры горения для большинства горючих веществ представляет значительные трудности, особенно для жидкостей и твердых материалов. Однако в ряде случаев теория позволяет с достаточной для практики точностью вычислить температуру горения веществ, основываясь на знании их химической формулы, состава исходной смеси и продуктов горения. При расчетах исходят из того, что при быстром сгорании газо- и паровоздушных смесей развивается высокая температура. В этих условиях из-за большой скорости химических реакций к моменту окончания горения система приходит в состояние химического равновесия, и по этой причине при расчете можно применить законы термодинамики.

В общем случае для вычислений теплоты (теплосодержания) продуктов горения  $Q_{ng}$  используется следующая зависимость:

$$Q_{ng} = V_{ng} \cdot \bar{C}_p \cdot T_g, \text{ кДж/кг} \quad (4.15)$$

где:  $V_{ng}$  – объем продуктов горения, м<sup>3</sup>/кг;

$\bar{C}_p$  – средняя объемная теплоемкость смеси продуктов горения в интервале температур от  $T_0$  до  $T_g$ , кДж/м<sup>3</sup>·К;

$T_g$  – температура горения, К.

При расчете калориметрической температуры горения исходят из того, что теплотери в окружающую среду отсутствуют, и в этом случае низшая теплота сгорания горючего вещества  $Q_n$  равна теплосодержанию продуктов горения  $Q_{ng}$ , т.е. энергии, необходимой для нагревания продуктов горения от 0 °С до теоретической температуры горения.

В реальных условиях температура горения зависит не только от состава горючего материала, но и от условий горения: разбавления продуктов горения избыточным воздухом (что учитывается коэффициентом избытка воздуха  $\alpha_v$ ), начальной температуры воздуха, полноты сгорания исходного горючего материала и наличия теплотерь (коэффициент теплотерь  $\eta$ ):

$$Q_n = Q_{изл} + Q_{нд} + Q_{ос} \quad (4.16)$$

В зависимости от рода учитываемых потерь теплоты из зоны горения вычисляется та или иная температура горения.

Расчет температуры горения проводят по уравнению энергетического баланса:

$$Q_n \cdot (1 - \eta) = V_{ng} \cdot \bar{C}_p \cdot [T_g - T_0] \quad (4.17)$$

где:  $Q_n$  – тепло, выделяемое в реакции горения, кДж;

$\eta$  – коэффициент теплотерь;

$V_{ng}$  – объем продуктов полного горения с учетом избытка воздуха, м<sup>3</sup>;

$\bar{C}_p$  – средняя объемная теплоемкость смеси продуктов горения в интервале температур от  $T_0$  до  $T_g$ , кДж/м<sup>3</sup>·К;

$T_g$  – температура горения, К;

$T_0$  – начальная температура, К.



Из уравнения 4.17 следует, что для расчета температуры горения необходимо знать теплоту горения, объем и теплоемкость продуктов горения.

В первом приближении температуру горения можно рассчитать непосредственно из уравнения 4.15, имея в виду, что средняя теплоемкость газообразных продуктов горения в интервале температур 1500–2500 К может быть принята равной  $\bar{C}_p = 1,75 \text{ кДж/м}^3 \cdot \text{К}$ . Однако теплоемкость зависит от температуры, и поэтому для более точных расчетов значения теплоемкостей берут из таблиц (прил. 4, табл. 10), а подсчет производят методом последовательных приближений, каждый раз определяя теплосодержание продуктов горения при выбранной температуре.

Если по условию задачи есть теплопотери ( $\eta$ ), то рассчитывается количество тепла  $Q_{nc}$ , пошедшего на нагрев продуктов горения

$$Q_{nc} = Q_n \cdot (1 - \eta), \text{ кДж/кг или кДж/м}^3 \quad (4.18)$$

где:  $\eta$  – коэффициент теплопотерь.

Среднее теплосодержание продуктов горения  $Q_{cp}$ :  
при отсутствии теплопотерь  $\eta$

$$Q_{cp} = \frac{Q_n}{V_{nc}} \quad (4.19)$$

при наличии теплопотерь  $\eta$

$$Q_{cp} = \frac{Q_{nc}}{V_{nc}} \quad (4.20)$$

По значению  $Q_{cp}$  с помощью таблицы 10 приложения 4, **ориентируясь на азот**, приближенно определяем температуру горения  $T_1$ .

При подборе температуры горения ориентируются на азот, т.к. в большей степени продукты горения состоят именно из азота. Однако, поскольку теплосодержание углекислого газа и паров воды выше, чем у азота, то их присутствие в продуктах горения несколько понижает температуру горения, поэтому ее нужно принимать несколько ниже (на 100–200 °С), чем по азоту.

Теплосодержание продуктов горения при выбранной температуре  $T_1$ :

$$Q_{nc}^1 = Q_{CO_2}^1 \cdot V_{CO_2} + Q_{H_2O}^1 \cdot V_{H_2O} + Q_{N_2}^1 \cdot V_{N_2} + Q_{SO_2}^1 \cdot V_{SO_2} + Q_g^1 \cdot \Delta V_g \quad (4.21)$$

где:  $Q_{CO_2}^1 \cdot V_{CO_2}$  – табличные значения теплосодержания газов при выбранной температуре  $T_1$  (прил. 4, табл. 10).

Сравниваем  $Q_{nc}^1$  с  $Q_n$  или  $Q_{nc}$ :

если  $Q_{nc}^1 < Q_n$  ( $Q_{nc}$ ), то выбираем температуру  $T_1 > T_2$  на 100 °С;

если  $Q_{nc}^1 > Q_n$  ( $Q_{nc}$ ), то выбираем температуру  $T_1 < T_2$  на 100 °С.

Повторяем расчет теплосодержания продуктов горения при новой температуре  $T_2$ :

$$Q_{nc}^2 = Q_{CO_2}^2 \cdot V_{CO_2} + Q_{H_2O}^2 \cdot V_{H_2O} + Q_{N_2}^2 \cdot V_{N_2} + Q_{SO_2}^2 \cdot V_{SO_2} + Q_g^2 \cdot \Delta V_g \quad (4.22)$$

Расчет проводим до получения неравенства:

$$Q_{nc}^1 < Q_n \text{ (} Q_{nc} \text{)} < Q_{nc}^2 \quad (4.23)$$

где:  $Q_{nc}^1$  и  $Q_{nc}^2$  – теплосодержание продуктов горения при температурах  $T_1$  и  $T_2$ , отличающихся на 100 °С.

Интерполяцией определяем температуру горения  $T_2$ :

$$T_2 = T_1 + \frac{Q_{nc} - Q_{nc}^1}{Q_{nc}^2 - Q_{nc}^1} \cdot (T_2 - T_1), \text{ если } T_1 < T_2 \quad (4.24)$$

$$T_2 = T_2 + \frac{Q_{nc} - Q_{nc}^2}{Q_{nc}^1 - Q_{nc}^2} \cdot (T_1 - T_2), \text{ если } T_1 > T_2 \quad (4.25)$$

**Определение максимальной концентрации вредных веществ, образующихся при сгорании лесных горючих материалов.** В процессе горения лесных материалов не все количество углерода окисляется до углекислого газа  $CO_2$ , что приводит к образованию некоторого количества окиси углерода – угарного газа (CO). По экспериментальным и расчетным данным Г.П. Ануфриевой и др. (1973), максимальная концентрация наблюдается в подветренной зоне, ограниченной пространством по длине в  $2 \cdot h_{пл}$  и высоте  $1 \cdot h$  пламени, и достигает 0,6-1,16 мг/л или 0,05-0,1%; средние концентрации в зоне  $7 \cdot h_{пл}$  равны 0,34-0,96 мг/л или 0,03-0,08%. Наибольшая их концентрация создается при «опасной» скорости ветра и неустойчивом состоянии атмосферы при  $V_в = 0,5-2$  м/с. По санитарным нормам, допустимая разовая концентрация CO в воздухе составляет 0,006 мг/л, или 0,0006%. Таким образом, концентрация CO перед фронтом пожара ниже уровня пламени – повышенная.

Максимальная концентрация отравляющих веществ создается у поверхности земли вблизи кромки пожара по направлению ветра. Это происходит тогда, когда конвекционный поток от кромки пожара прижимается к земле, и с подветренной стороны образуется максимальная концентрация вредных веществ  $C_{CO}$ , которую можно определить по формуле:

$$C_{CO} = \frac{M_{CO}}{4 \cdot \pi \cdot A} \cdot \left[ \frac{1}{\sqrt{(Z - h_{пл})^2 + r^2}} + \frac{1}{\sqrt{(Z + h_{пл})^2 + r^2}} \right], \text{ мг/л} \quad (4.26)$$

где:  $h_{пл}$  – высота пламени от поверхности земли, м;

$Z$  – высота измерения концентрации вредностей от земли, м (принимается равным 1,5 м);

$r$  – расстояние от источника вредностей по горизонтали (кромки пожара), м (принимается равным 2 м);

$A$  – коэффициент турбулентного обмена (принимается равным 0,1-0,2 м<sup>2</sup>/с);

$M_{CO}$  – количество выделяющихся вредных веществ (мг/с), которое определяется по формуле:

$$M_{CO} = \frac{Q_{nc} \cdot O_{CO} \cdot \alpha \cdot V_в \cdot b_n}{3,6 \cdot Q_n}, \text{ мг/с} \quad (4.27)$$

где:  $C_{CO}$  – концентрация окиси углерода в очаге горения, мг/л;

$b_n$  – ширина кромки пожара, м:

$$b_n = 3,5 \cdot h_{пл} - 1,5 \text{ (при } h_{пл} \geq 0,5 \text{ м)} \quad (4.28)$$

$\alpha$  – коэффициент избытка воздуха;

$V_в$  – объём воздуха, необходимого для сгорания 1 кг горючего материала (ЛГМ); м<sup>3</sup>/кг;

$Q_n$  – низшая теплота сгорания горючего материала, кДж/кг;

$Q_{nc}$  – теплосодержание продуктов горения, выделяющихся с единицы площади пожара в единицу времени:

$$Q_{nc} = Q_{nc}' \cdot v_m, \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{с} \quad (4.29)$$

где:  $Q_{nc}'$  – табличные значения теплосодержания газов при выбранной температуре  $T_l$  (прил. 4, табл.

10)

$v_m$  – удельная массовая скорость выгорания лесного материала, кг/м<sup>2</sup>·с (рассчитывается пропорционально времени пребывания ЛГМ и их остатков на 1 м кромки пожара):

$$v_m = \frac{b_n \cdot M_{ЛГМ_{cp}}}{l_{кр} \cdot \tau} \quad (4.30)$$

где:  $M_{ЛГМ_{cp}}$  – средний суммарный запас всех типов ЛГМ, кг/м<sup>2</sup> (табл. 4.2);

$l_{кр}$  – участок кромки пожара протяженностью 1 м;

$\tau$  – время пребывания ЛГМ и их остатков на кромке пожара  $\tau$ , мин:

$$\tau = \frac{b_n}{v_{кр}} \quad (4.31)$$

где:  $v_{кр}$  – скорость продвижения фронтальной кромки пожара, м/мин (ПР№ 3, табл. 3.2).

Практика тушения лесных пожаров показывает, что бывают случаи смертельного отравления тушителей в процессе тушения пожара. Поэтому руководителю тушения пожара необходимо обеспечить людей – участников тушения, средствами защиты органов дыхания. Отдых тушителей проводить в незадымленной зоне не ближе 50 м от кромки пожара с наветренной стороны.

### Порядок выполнения работы

Используя сведения об условиях погоды (ПР№3, табл. 3.1) на момент начала локализации лесного пожара, категории леса и лесорастительных условиях (ПР №2, табл. 2.1), виде и параметрах лесного пожара (ПР №3, табл. 3.2) определить:

- 1) средний элементарный состав ЛГМ по преобладающему типу леса с учетом среднего запаса видов ЛГМ (прил. 4, табл. 1, 3-9);
- 2) суммарный объем продуктов горения и отдельно объем каждого компонента продуктов горения ЛГМ для нормальных и заданных условий;
- 3) низшую теплоту сгорания ЛГМ (по формуле Д.И. Менделеева или И.А. Каблукова);
- 4) температуру горения ЛГМ;
- 5) Определить максимальную концентрацию вредных веществ, образующихся при горении ЛГМ.

**Задача 4.** Определить: низшую теплотворную способность, объем и состав продуктов горения, температуру горения, объем воздуха, необходимого для сгорания 1 кг лесных горючих материалов следующего состава (табл. 4.2), если горение протекало при следующих условиях (табл. 4.3):

Таблица 4.2

Элементарный состав ЛГМ (в пересчете на сухую обеззоленную массу), %

Вид ЛГМ	Средний запас ЛГМ, т/га (кг/м <sup>2</sup> )	Элементарный состав, %					
		С	Н	N	О	А	W
Опад	3,92 (0,39)	49,2	6,2	1,2	40,2	3,2	15
Лесная подстилка	29,7 (2,97)	46,7	6,4	1,3	38,6	7,0	23
Мхи и лишайники	2,43 (0,24)	50,1	5,8	1,4	39,7	5	14
Усредненный с учетом среднего запаса*	25,06 (2,51)	47,2	6,3	1,3	38,8	6,5	22

Примечание: \* средневзвешенное значение

## Начальные условия расчета

Преобладающая категория леса (кв. 10)	лиственничник мшистый	ПРН <sup>о</sup> 2, табл. 2.1
Вид пожара	низовой слабой интенсивности	(ПРН <sup>о</sup> 3)
Коэффициент избытка воздуха, $\alpha_v$	1,5	
Температура воздуха, $T$ (на 16.00)	23,9 °С (297,05 К)	ПРН <sup>о</sup> 3, табл. 3.1
Атмосферное давление, $P$ (на 16.00)	997,3 гПа	
Потери тепла $\eta$ : недожег излучение	5% $Q_H$ 10% $Q_H$	
Начальные условия: теплота исходных веществ $Q_{исх}$ температура, $T_0$ давление, $P_0$	нормальные 0 273,15 К 1013,3 гПа	
Концентрация окиси углерода в очаге горения, $C_{CO}$	0,6 мг/л	
Высота пламени от поверхности земли, $h_{пл}$	0,4 м (при $h_{пл} < 0,5$ м принимается равным 0,5 м)	ПРН <sup>о</sup> 3, табл. 3.2
Скорость продвижения фронтальной кромки, $v_{кр}$	1,47 м/мин	ПРН <sup>о</sup> 3, табл. 3.2
Высота измерения концентрации вредных от земли, $Z$	1,5 м	
Расстояние от источника вредных по горизонтали (кромки пожара), $r$	2 м	
Коэффициент турбулентного обмена, $A$	0,2 м <sup>2</sup> /с	

1) Объем и состав продуктов горения 1 кг ЛГМ (прил. 4, табл. 2):

$$V_{CO_2} = m \cdot \frac{1,86 \cdot \omega_C}{100} = 1 \cdot \frac{1,86 \cdot 47,2}{100} = 0,88 \text{ м}^3$$

$$V_{H_2O} = m \cdot \left( \frac{11,2 \cdot \omega_H}{100} + \frac{1,24 \cdot \omega_W}{100} \right) = 1 \cdot \left( \frac{11,2 \cdot 6,3}{100} + \frac{1,24 \cdot 22}{100} \right) = 0,98 \text{ м}^3$$

$$V_{N_2} = m \cdot \left( \frac{7 \cdot \omega_C}{100} + \frac{21 \cdot \omega_H}{100} + \frac{0,8 \cdot \omega_N}{100} + \frac{2,63 \cdot \omega_O}{100} \right) =$$

$$= 1 \cdot \left( \frac{7 \cdot 47,2}{100} + \frac{21 \cdot 6,3}{100} + \frac{0,8 \cdot 1,3}{100} + \frac{2,63 \cdot 38,8}{100} \right) = 3,62 \text{ м}^3$$

Теоретический объем воздуха, необходимый для горения 1 кг ЛГМ:

$$V_6^{теор} = m \cdot 0,267 \cdot \left( \frac{\omega_C}{3} + \omega_H + \frac{\omega_S - \omega_O}{8} \right) = 1 \cdot 0,267 \cdot \left( \frac{47,2}{3} + 6,3 - \frac{38,8}{8} \right) = 4,59 \text{ м}^3$$

Избыток воздуха  $\Delta V_6$ :

$$\Delta V_6 = V_6^{теор} \cdot (\alpha_v - 1) = 4,59 \cdot (1,5 - 1) = 2,29 \text{ м}^3$$

Общий объем продуктов горения  $V_{nz}$ :

$$V_{nz} = V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} + \Delta V_6 = 0,88 + 0,98 + 3,62 + 2,29 = 7,77 \text{ м}^3$$

Объемная концентрация продуктов горения:

$$\varphi_{CO_2}^{об} = \frac{V_{CO_2} \cdot 100}{V_{nz}} = \frac{0,88 \cdot 100}{7,77} = 11,3\%$$

$$\varphi_{H_2O}^{об} = \frac{V_{H_2O} \cdot 100}{V_{nz}} = \frac{0,98 \cdot 100}{7,77} = 12,6\%$$

$$\varphi_{N_2}^{об} = \frac{V_{N_2} \cdot 100}{V_{nz}} = \frac{3,62 \cdot 100}{7,77} = 46,6\%$$

$$\varphi_{\Delta V_6}^{об} = \frac{V_{\Delta V_6} \cdot 100}{V_{nz}} = \frac{2,29 \cdot 100}{7,77} = 29,5\%$$

Объем продуктов горения при заданных условиях:  $T = 297,05 \text{ К}$ ,  $P = 997,3 \text{ гПа}$ :

$$V_{nz}^t = V_{nz} \cdot \frac{T_z \cdot P_0}{T_0 \cdot P_z} = 7,77 \cdot \frac{297,05 \cdot 1013,3}{273,15 \cdot 997,3} = 8,58 \text{ м}^3$$

2) Низшая теплотворная способность  $Q_n$ :

$$Q_n = 339,4 \cdot \omega_C + 1257 \cdot \omega_H - 108,9 \cdot [(\omega_O + \omega_N) - \omega_S] - 25,1 \cdot [9 \cdot \omega_H + \omega_W] =$$

$$= 339,4 \cdot 47,2 + 1257 \cdot 6,3 - 108,9 \cdot [(38,8 + 1,3)] - 25,1 \cdot [9 \cdot 6,3 + 22] = 17596,5 \text{ кДж/кг}$$

Количество теплоты  $Q_{nz}$ , затраченное на нагрев продуктов горения 1 кг ЛГМ:

$$Q_{nz} = Q_n \cdot (1 - \eta) = 17596,5 \cdot (1 - 0,1 - 0,05) = 14957 \text{ кДж/кг}$$

3) Температура горения:

Среднее теплосодержание единицы объема продуктов горения  $Q_{cp}$ :

$$Q_{cp} = \frac{Q_{nz}}{V_{nz}} = \frac{14957}{8,58} = 1743 \text{ кДж/м}^3$$

что, ориентируясь на теплосодержание азота, приблизительно соответствует температуре горения  $1200^\circ\text{C}$  (прил. 4, табл. 10).

Суммарное теплосодержание продуктов горения ( $T_1 = 1200^\circ\text{C}$ )

$$Q_{nz}^1 = Q_{CO_2}^1 \cdot V_{CO_2} + Q_{H_2O}^1 \cdot V_{H_2O} + Q_{N_2}^1 \cdot V_{N_2} + Q_6^1 \cdot \Delta V_6 =$$

$$= 2718,5 \cdot 0,88 + 2133,9 \cdot 0,98 + 1705,3 \cdot 3,62 + 1720,4 \cdot 2,29 = 14596,4 \text{ кДж}$$

$Q_{nz}^1 = 14596,4 < Q_{nz} = 14957 \text{ кДж}$ , следовательно, выбираем  $T_2 = 1300^\circ\text{C}$ :

Суммарное теплосодержание продуктов горения ( $T_2 = 1300^\circ\text{C}$ ):

$$Q_{nz}^2 = Q_{CO_2}^2 \cdot V_{CO_2} + Q_{H_2O}^2 \cdot V_{H_2O} + Q_{N_2}^2 \cdot V_{N_2} + Q_6^2 \cdot \Delta V_6 =$$

$$= 2979,1 \cdot 0,88 + 2345,5 \cdot 0,98 + 1861,2 \cdot 3,62 + 1887,5 \cdot 2,29 = 15980,1 \text{ кДж}$$

$Q_{nz}^2 = 15980,1 > Q_{nz} = 14957 \text{ кДж}$ , следовательно, температура горения вещества находится в интервале от  $1200$  до  $1300^\circ\text{C}$ :

$$T_z = T_1 + \frac{Q_{nz} - Q_{nz}^1}{Q_{nz}^1 - Q_{nz}^2} \cdot (T_2 - T_1) = 1200 + \frac{14957 - 14596,4}{15980,1 - 14596,4} \cdot (1300 - 1200) = 1226,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

4) Ширина кромки пожара  $b_n$ :

$$b_n = 3,5 \cdot h_{nl} - 1,5 = 3,5 \cdot 0,5 - 1,5 = 0,25 \text{ м}$$

Время пребывания ЛГМ и их остатков на кромке пожара  $\tau$ :

$$\tau = \frac{b_n}{v_{кр}} = \frac{0,25}{1,47} = 0,17 \text{ мин (10,2 с)}$$

С учетом среднего состава всех видов ЛГМ ( $2,51 \text{ кг/м}^2$ ) удельная массовая скорость выгорания ЛГМ на участке кромки протяженностью 1 м составит:

$$v_m = \frac{b_n \cdot M_{ЛГМ_{cp}}}{l_{кр} \cdot \tau} = \frac{0,25 \cdot 2,51}{1 \cdot 10,2} = 0,06 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$$

Теплосодержание продуктов сгорания, выделяющихся с единицы площади пожара в единицу времени ( $T_1 = 1200^\circ\text{C}$ ):

$$Q_{nz} = Q_{nz}^1 \cdot v_m = 14596,4 \cdot 0,06 = 875,8 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{с}$$

Количество выделяющихся вредных веществ  $M_{CO}$ :

$$M_{CO} = \frac{Q_{nz} \cdot C_{CO} \cdot \alpha \cdot V_6 \cdot b_n}{3,6 \cdot Q_n} = \frac{875,8 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 4,59 \cdot 0,25}{3,6 \cdot 14957} = 0,02 \text{ мг/с}$$

Максимальная концентрация вредных веществ  $C_{CO}$  на расстоянии 2 м от фронтальной кромки пожара шириной 1 м:

$$C_{CO} = \frac{M_{CO}}{4 \cdot \pi \cdot A} \cdot \left[ \frac{1}{\sqrt{(Z - h_{nl})^2 + r^2}} + \frac{1}{\sqrt{(Z + h_{nl})^2 + r^2}} \right] =$$
$$= \frac{0,02}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,2} \cdot \left[ \frac{1}{\sqrt{(1,5 - 0,5)^2 + 2^2}} + \frac{1}{\sqrt{(1,5 + 0,5)^2 + 2^2}} \right] = 0,005 \text{ мг/л (5 мг/м}^3\text{)}$$

Таким образом, при максимальной концентрации вредных веществ 5 мг/м<sup>3</sup> допустимое время работы работника пожарной службы при тушении в непосредственной близости от фронтальной кромки лесного пожара согласно нормативным требованиям не ограничено (прил. 4, табл. 11).

## Приложение 4

Таблица 1

Химический состав и зольность некоторых видов ЛГМ (в пересчете на обеззоленную массу), %  
(Лесная пирология..., 2009)

Вид ЛГМ	С	Н	О	N	А
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
Мхи и лишайники	50,1	5,8	39,7	1,4	5
Торф	51,4	5,4	31,0	2,2	10,0

Таблица 2

Теоретический объем продуктов сгорания элементов сложных веществ при нормальных условиях  
(Расчет процессов горения и взрыва..., 2012)

Окисляющийся компонент	Объем газов $V$ , м <sup>3</sup>			
	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Углерод	1,86			7
Водород		11,2		21
Сера			0,7	2,63
Азот в горючем				0,8
Азот за счет кислорода в горючем				-2,63
Влага в горючем		1,24		

Таблица 3

Распределение средних запасов ЛГМ по типам леса в сосняках Сибири, т/га  
(Лесные горючие материалы и пожароопасность насаждений Сибири..., 2017)

Вид ЛГМ	Тип леса						
	лишайниковый	зеленомошный	травяной	долгомошный	сфагновый	толокнянковый сухой	другие
Опад	4,51	6,42	6,6	2,15	3,48	4,58	4,8
Мхи и лишайники	3,86	3,34	1,35	3,6	4,49	2,09	–
Живой напочвенный покров	1,74	1,57	1,21	0,5	1,51	1,12	–
Подстилка	7,19	17,02	15,35	3,75	3,75	23,68	12,65

Таблица 4

Распределение средних запасов ЛГМ по типам леса в лиственничниках Сибири, т/га

Вид ЛГМ	Тип леса					
	лишайниковый	зеленомошный	кустарничково-моховый	разнотравный	долгомошный	сфагновый
Опад	2,15	2,14	4,54	2,79	3,92	2,15
Мхи и лишайники	10	4,85	7,24	1,85	2,43	6,88
Живой напочвенный покров	0,5	2,76	1,61	2,37	–	4,65
Подстилка	12,65	19,6	20,88	16,02	29,7	18,33

Таблица 5

Распределение средних запасов ЛГМ по типам леса в кедровниках Сибири, т/га

Вид ЛГМ	Тип леса							
	лишайниковый	зеленомошный	крупнотравный	кустарничковый	разнотравный	кустарничково-моховый	долгомошный	сфагновый
Опад	2,15	0,91	2,15	1,71	3,74	3,21	–	2,15
Мхи и лишайники	–	3,09	0,5	1,69	0,5	3,16	10,65	1,85
Живой напочвенный покров	–	1,84	1,64	1,1	1,77	2,24	4,65	0,5
Подстилка	18,33	25,46	7,31	5,73	12,44	17,76	26,29	12,65

Таблица 6

Распределение средних запасов ЛГМ по типам леса в пихтарниках Сибири, т/га

Вид ЛГМ	Тип леса		
	разнотравный	зеленомошный	кустарничковый
Опад	2,15	4,8	3,92
Мхи и лишайники	0,5	1,18	1,85
Живой напочвенный покров	0,5	1,33	1,4
Подстилка	21,75	17,34	9,68

Таблица 7

Распределение средних запасов ЛГМ по типам леса в ельниках Сибири, т/га

Вид ЛГМ	Тип леса			
	разнотравный	зеленомошный	кустарничково-зеленомошный	травяно-болотный
Опад	2,15	6,52	2,15	2,81
Мхи и лишайники	1,18	1,85	1,8	2,72
Живой напочвенный покров	0,5	2,05	–	1,28
Подстилка	16,72	8,2	–	25,07



Таблица 8

Распределение средних запасов ЛГМ по типам леса в осинниках Сибири, т/га

Вид ЛГМ	Тип леса				
	разнотравный	крупнотравный	высокотравный	травяной	зеленотравный
Опад	4,8	–	–	4,93	–
Мхи и лишайники	3,6	–	–	–	0,5
Живой напочвенный покров	0,5	0,77	3,6	1,18	0,5
Подстилка	3,75	–	8,2	7,56	3,75

Таблица 9

Распределение средних запасов ЛГМ по типам леса в березняках Сибири, т/га

Вид ЛГМ	Тип леса		
	разнотравный	зеленомошный	кустарничковый
Опад	3,48	1,99	2,15
Мхи и лишайники	1,04	5,91	2,05
Живой напочвенный покров	0,75	1,52	1,85
Подстилка	11,44	10,87	–

Энтальпия (теплосодержание) газов при постоянном давлении  
(Расчет процессов горения и взрыва..., 2012)

Температура, t°С	Теплосодержание, кДж/м <sup>3</sup>					
	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Воздух	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>
100	131,8	130,1	130,1	170,1	150,6	181,4
200	267,2	260,9	261,6	357,7	304,7	377,9
300	407,1	393,6	395,4	559,7	463,0	587,0
400	551,4	528,7	532,1	772,6	626,8	824,6
500	669,3	666,6	672,0	925,1	786,2	1034,9
600	850,6	807,8	814,5	1225,6	969,5	1269,6
700	1004,7	951,9	960,3	1463,1	1149,7	1507,5
800	1160,6	1098,2	1108,2	1706,2	1335,3	1746,4
900	1319,0	1246,9	1258,7	1953,8	1527,2	1994,8
1000	1478,6	1398,2	1410,7	2205,2	1724,2	2237,4
1100	1639,5	1551,1	1564,9	2460,4	1926,5	2488,8
1200	1802,1	1705,3	1720,4	2718,5	2133,9	2735,2
1300	1965,1	1861,2	1877,5	2979,1	2345,5	2979,5
1400	2129,8	2010,0	2035,5	3241,4	2560,9	3238,0
1500	2295,7	2176,7	2194,7	3505,7	2781,3	3488,2
1600	2462,4	2335,5	2355,2	3771,4	3004,2	3747,5
1700	2630,5	2495,9	2515,7	4039,6	3231,7	4003,1
1800	2799,7	2656,4	2678,2	4307,3	3461,3	4261,2
1900	2969,4	2818,2	2840,4	4579,7	3693,5	4529,8
2000	3140,8	2979,9	3004,2	4847,8	3928,5	4667,6
2100	3311,7	3142,9	3167,6	5118,2	4166,1	5059,4
2200	3497,8	3306,3	3332,3	5392,5	4405,8	5337,2
2300	3659,1	3469,3	3497,4	5660,7	4667,1	5608,7
2400	3834,3	3633,1	3663,3	5933,0	4890,9	5892,8
2500	4009,8	3797,4	3828,8	6209,6	5136,5	6169,8
2600	4184,9	3953,9	3988,4	6487,4	5387,1	6460,1
2700	4368,9	4135,9	4156,5	6761,8	5639,3	6753,8
2800	4546,1	4304,4	4320,7	7033,3	5897,8	7050,9
2900	4729,2	4469,0	4484,9	7311,1	6159,3	7351,3
3000	4914,9	4634,5	4652,1	7589,7	6425,8	7655,1

Таблица 11

Продолжительность работы при различных ПДК окиси углерода в воздухе рабочей зоны  
(Гигиенические нормативы..., 1998)

Предельно допустимые концентрации СО в воздухе, мг/м <sup>3</sup>	Продолжительность работы
до 20	Не ограничено
до 50	Не более 1 часа
до 100	Не более 30 минут

Примечание: ПДК окиси углерода в атмосферном воздухе – 5 мг/м<sup>3</sup>, воздухе рабочей зоны – 20 мг/м<sup>3</sup>

## Практическая работа № 5 Составление оперативного плана тушения лесного пожара (тактические способы и приемы тушения лесного пожара)

**Цель:** ознакомиться с основными тактическими способами и приемами тушения лесного пожара.

При составлении оперативного плана тушения лесного пожара необходимо в короткий срок определить количество сил и средств пожаротушения, время их доставки к пожару, способы и приемы тушения, продолжительность локализации пожара, как на отдельных участках, так и в целом. После утверждения общего плана тушения пожара дальнейшая детализация операций производится по формулам, номограммам и таблицам, что значительно ускоряет составление документов. Рассчитывается время начала и окончания работ на разных участках пожара, число занятых людей и технических средств, виды, последовательность и объемы выполняемых работ и т.д. Кроме того, можно оперативно рассчитывать мероприятия по привлечению дополнительных сил и средств и маневрированию ими в процессе тушения. В связи с тем, что обстановка на пожаре часто непредвиденно меняется, тактические расчеты помогают в разные периоды тушения своевременно корректировать действия по борьбе с пожаром.

**Тушение лесного пожара** включает следующие этапы: остановка распространения кромки пожара; локализацию пожара; дотушивание очага горения; охрану участка, где был пожар (окарауливание).

На основании прогноза развития пожара, с учетом лесопирологической характеристики участков, окружающих пожар, с учетом возможных опорных линий (рек, ручьев, лощин и пр.), составляется план остановки пожара, определяют приемы и способы необходимых для этого действий.

**Локализация пожара** – наиболее сложна и трудоемка, представляет собой решающую фазу работ по тушению пожара. Локализацию лесного пожара проводят в два этапа. На первом этапе останавливают распространение пожара непосредственным воздействием на его горящую кромку. Это дает возможность выиграть время и сосредоточить силы и средства на более трудоемких работах второго этапа: прокладке заградительных полос, канав и на дополнительной обработке периферии пожара, чтобы исключить его возобновление. Захлестывание, засыпка грунтом или заливка (особенно с помощью лесных огнетушителей) кромки пожара водой или растворами химикатов обеспечивает лишь временную остановку распространения кромки пожара, причем горение кромки часто через некоторое время возобновляется, и пожар продолжает распространяться. Локализованными следует считать только те пожары, вокруг которых проложены заградительные минерализованные полосы или канавы, надежно преграждающие пути дальнейшего распространения горения, либо если руководитель тушения пожара (РТП) уверен, что применявшиеся другие способы локализации пожара также надежно исключают возможность его возобновления.

Способ локализации выбирается руководителем группы тушения, сменившей ударную группу, проводившую остановку пожара.

**Первый способ** локализации, наиболее надежный – окаймление пожара заградительными минерализованными полосами (в сочетании с окарауливанием и дотушиванием) – он же и самый трудоемкий, требующий много мощной землеройной техники, и по этой причине на крупных пожарах не всегда применимый.

Заградительная полоса прокладывается вдоль кромки остановленного пожара по наименее захламленным местам, максимально спрямляя ее углы и повороты, с тем чтобы сократить объем работы. Пространство между остановленной кромкой пожара и заградительной полосой обязательно выжигается пуском отжига от заградительной полосы.

Заградительные минерализованные полосы вокруг небольших пожаров могут прокладываться ручными инструментами: лопатами, мотыгами, граблями (в беломошниках); с помощью взрывчатых материалов, почвообрабатывающими орудиями. Для создания

заградительных полос вокруг крупных пожарищ обычно привлекается мощная техника с землеройными и почвообрабатывающими орудиями.

Минимальная ширина заградительных полос (в том случае, если проводится выжигание покрова между полосой и остановленной кромкой пожара) составляет 0,3—0,5 м, поэтому в качестве заградительных полос можно использовать опорные минерализованные полосы, созданные при пуске отжига, после их проверки и подновления.

Заградительные полосы начинают прокладывать в первую очередь в тех местах, где есть опасность возобновления распространения пожара от неликвидированных очагов горения у периферии пожарища.

*Второй способ* – это окарауливание кромки в сочетании с дотушиванием периферии пожарища или всей его площади.

*Третий способ*, наиболее простой, – окарауливание кромки пожарища до периода обложных дождей. Окарауливанием кромки пожарища вполне можно ограничиться при беглых пожарах, особенно весной, или на пожарах, возникающих в конце пожароопасного сезона, или в случае выпадения значительных осадков после остановки пожара.

Во всех случаях у руководителя тушения пожара должна иметься полная уверенность, что применяемые способы локализации пожара исключают возможность его возобновления.

*Дотушивание очага горения* – это ликвидация очагов горения, оставшихся на пройденной пожаром площади после его локализации.

Дотушивание начинается еще при остановке пожара: рабочие из бригады пожарных, оставшиеся для окарауливания кромки, ликвидируют очаги горения на пожарище вблизи кромки. Окончательное дотушивание производится рабочими во время, свободное от наблюдения и патрулирования кромки, а также специальными группами рабочих. В случае пожаров на сильно захламленных площадях целесообразно дать горючим материалам основательно выгореть, а затем приступать к окончательному дотушиванию пожара. В центральной части пожарища (далее 300 м от кромки) можно окапывать очаги горения, оставляя их догорать.

На пожарищах после крупных пожаров, когда ликвидация очагов горения по всей площади затруднительна, а также на пожарищах после устойчивых пожаров, с сильным прогоранием покрова и подстилки до минерального грунта, работы по дотушиванию можно проводить только по периферии пожарищ на полосе шириной 300 м.

На пожарищах после беглых пожаров, т. е. со слабым прогоранием мохового покрова, необходимо провести обязательное дотушивание очагов горения на всей площади во избежание повторного пожара на той же площади. Тщательное дотушивание очагов на всей площади необходимо проводить и на осушенных торфяниках.

*Охрана участка (окарауливание)*, где был пожар, состоит в непрерывном или периодическом осмотре пройденной пожаром площади для предотвращения возобновления пожара от скрытых очагов, не выявленных при дотушивании.

Окарауливание организуется еще в процессе остановки пожара, когда бригады пожарных, по мере продвижения вдоль кромки (или по трассе отжига), оставляют позади себя караульных. После завершения работ по остановке пожара все караульные, выставленные бригадами пожарных, должны быть заменены другими рабочими.

По мере снижения опасности возобновления пожара число рабочих, занятых при наблюдении, сокращается. Круглосуточное и постоянное наблюдение заменяется периодическим патрулированием кромки пожарища только в дневное время, с 11 до 17 часов.

Продолжительность окарауливания определяется в зависимости от условий погоды и работ по ликвидации пожара. Оно может быть прекращено лишь по личному распоряжению руководителя тушения, отвечающего за локализацию пожара.

Если размеры и характер пожара таковы, что прибывших сил для быстрой его ликвидации недостаточно, РТП немедленно ставит об этом в известность лесхоз (или лесничество) и приступает к разведке пожара. Прибывшие силы и средства пожаротушения,

до окончания разведки и принятия решения о плане, тушения временно используют для задержки распространения пожара на наиболее опасных участках вблизи места нахождения этих сил и средств.

*Решение о способах тушения* пожаров принимают на основании данных разведки, оценки сложившейся обстановки и учета имеющихся сил и технических средств. Решение должно включать: выбор средств, способов и приемов тушения; перечень задач, на решение которых необходимо сосредоточить основные усилия; выделяемые силы и средства на каждом направлении; последовательность выполнения задач; возможный маневр силами и средствами; определение конкретных задач подразделениям (формированиям) и вопросы их взаимодействия; организацию связи и управления; меры безопасности.

Работы по тушению планируют так, чтобы ликвидация (локализация) пожара была закончена не позднее 10 ч утра следующего дня. Если пожар занял большую площадь и принял затяжной характер, то разведку производят ежедневно, а при быстром распространении горения – 2 раза в день. В районах наземной охраны лесов данные разведки летчик-наблюдатель сбрасывает с вымпелом непосредственно РТП. Если самолет (вертолет) можно посадить вблизи пожара, то разведку с него следует производить самому РТП.

***Тушение низовых пожаров.*** При выборе приемов и способов тушения ЛП руководитель тушения должен учитывать особенности лесной растительности, рельеф местности (горный, равнинный), категорию земель (лесная, покрытая, непокрытая), мерзлотность и скелетность почв, вид пожара, его интенсивность и размер, текущие и прогнозируемые погодные условия, наличие сил и средств борьбы. Его усилия должны быть направлены на обеспечение наиболее быстрой остановки и локализации пожара находящимися в его распоряжении силами и средствами. При этом должны быть учтены максимальное использование имеющихся на местности препятствий для распространения пожара и возможности применения эффективных тактических приемов и технических способов тушения.

Различают два метода тушения – прямой и косвенный (упреждающий).

*Прямой* применяется в случае, когда есть возможность непосредственно потушить кромку пожара или создать у кромки заградительную полосу.

Тушение кромки лучше всего проводить вечером, ночью и утром, когда пламенное горение ослабевает.

Основные способы тушения кромки – захлестывание и частичный отжиг; вспомогательные – опрыскивание растворами химикатов или водой из ранцевых опрыскивателей, окапывание и забрасывание грунтом.

Для захлестывания употребляют срубленные деревца подроста ели, сосны, пихты и кедра или еловые и пихтовые ветки; очень эффективны специально изготовленные металлические метлы.

Чрезвычайно ускоряет тушение кромки пожара частичный отжиг. Например, если на кромке пожара встретится горящий валеж, куртина молодняка, заросли кустарника, которые очень трудно затушить, тогда их обходят стороной по более чистому месту, ведя при этом поджигание покрова и сразу же захлестывая внешнюю кромку подоженной полосы.

Общее число рабочих, которые должны принимать участие в ночной атаке пожара, определяется из расчета: *не менее 5 человек на 1 погонный километр кромки* (с учетом ее извилистости).

В комплект снаряжения бригады должны обязательно входить два-три зажигательных аппарата (капельно-факельных) или иные зажигательные средства, желательна также иметь несколько ранцевых опрыскивателей, особенно в том случае, если по пути будут встречаться водные источники.

Остановка пожара происходит следующим образом. После дневного отдыха две бригады доставляются в тыл пожара и начинают тушить кромку, расходясь в противоположные стороны, к флангам. Если протяженность кромки велика, одновременно

две другие бригады начинают тушить фланги примерно с их середины и движутся к фронтальной части пожара.

Во время работы одни рабочие тушат кромку, другие несут их снаряжение и личные вещи. По мере продвижения вдоль кромки бригада в обязательном порядке оставляет позади себя караульных. Для окарауливания выделяются уставшие рабочие из числа пожарных; на место выбывших становятся рабочие из резервной группы.

Караульный получает свое снаряжение и личные вещи, а бригадир инструктирует его и затесками на дереве отмечает границу выделенного для наблюдения участка за кромкой. Протяженность индивидуального охраняемого участка определяется каждый раз бригадиром в зависимости от конкретных условий, чтобы караульный мог наверняка справиться с поставленной задачей. При тушении слабых беглых пожаров протяженность участка кромки, охраняемого одним человеком, может достигать 500 м, а при тушении устойчивых пожаров, сопровождающихся длительным тлением мохового очеса, подстилки, валежин, протяженность участка кромки может сократиться до 100 м.

Обходя свой участок, караульный должен внимательно следить за случаями возобновления горения на потушенной кромке или перехода горения через кромку и тут же ликвидировать их, а также тушить горящие и тлеющие очаги на пожарище вблизи кромки.

После ликвидации очагов загорания и тления на кромке и возле нее каждая пара караульных несет вахту поочередно: один отдыхает, а другой патрулирует оба участка. К 10-11 часам утра все караульные, занимавшиеся остановкой пожара, должны быть сменены рабочими из группы, которая будет локализовывать пожар.

*Метод предупреждения (косвенный метод)* применяется, когда линия остановки огня выбирается на некотором расстоянии от кромки пожара. Применение этого метода обусловлено: необходимостью отдалить пожарных от кромки пожара из-за его интенсивности; выбором лучшего места для создания заградительной или опорной полосы; возможностью сокращения длины полосы и уменьшения времени на ее создание; использование имеющихся естественных и искусственных преград и т. п.

При проведении отжига вначале решается вопрос, на какое расстояние следует отступить перед фронтом пожара. Необходимо, чтобы фронт пожара подошел не раньше, чем будет выжжена полоса достаточной ширины. Лучше всего, если фронт пожара подойдет к полосе отжига вечером, ночью или утром, когда горение ослабеет и, следовательно, останется меньше шансов на перебрасывание искр через полосу. Лишь в исключительных случаях, когда надо спасти какой-то важный объект или особо ценные насаждения, стоит идти на риск, останавливая фронт сильного пожара днем; но при этом желательно использовать дополнительное количество рабочих для тушения загораний от переноса горящих частиц через выжженную полосу в момент подхода фронта пожара.

Существенный элемент отжига – опорная линия, от которой ведут отжиг. Важно, чтобы через опорную линию не мог перейти слабый огонь отжига. В качестве опорных линий можно использовать лесные дороги, тропы, канавы, минерализованные полосы или проложить плужную борозду. При недостатке дорог наземные технические средства, пригодные для создания опорных линий, прибывают к месту пожара обычно с большим опозданием, и в условиях засухи пожар успевает достичь таких размеров, что остановить его уже трудно. В таких условиях опорные линии целесообразно прокладывать с помощью шланговых монозарядов, которые можно доставить на самолете или вертолете. Один километр полиэтиленового шланга, наполненного взрывчатым веществом, весит 600 кг. При использовании самолета АН-2 есть возможность вместе с парашютистами брать на борт до тысячи метров зарядов. Парашютисты-взрывники с помощью шланговых зарядов, взрывая их накладным способом, могут быстро проложить опорную линию в нужном направлении.

Чтобы подготовить полосу для остановки сильного низового пожара, огонь отжига должен продвигаться против ветра около часа, а при остановке верхового или кустарникового пожара – не менее 5 час. За это время фронт пожара может пройти значительное расстояние и причинить немалый ущерб лесу. Поэтому во всех случаях, а

перед фронтом пожара в особенности, желательно вести отжиг ускоренными способами, сокращая тем самым время выжигания полосы, что позволит отступать перед пожаром не так далеко.

После того как определено примерное расстояние, на которое следует отступить перед фронтом пожара, на карте намечают трассу отжига. Ее прокладывают с максимальным использованием в качестве опорных линий существующих в природе рубежей (в виде дорог, троп, просек, ручьев, лощин) и преград (т. е. озер, болот, негоримых в данный момент участков). В промежутках между естественными опорными линиями трасса отжига должна проходить по незахламленной площади, минуя заросли кустарников и участки молодняков. намеченной трассы.

Самое удобное время для пуска отжига – вторая половина дня, но, если трасса будет определена раньше, откладывать пуск отжига не следует: чем дольше он будет гореть, тем шире и надежнее станет полоса, тем больше будет спасено леса, так как лес при прохождении через него отжига почти не повреждается.

Пуск отжига осуществляется двумя бригадами, расходящимися от точки перед фронтом пожара в противоположные стороны, к флангам пожара. Состав бригады и порядок ее движения следующий.

1. Направляющий (проводник) – рабочий, хорошо знающий местность или хорошо ориентирующийся на местности по плану, идет впереди, намечает трассу опорной полосы, выбирая наименее захламленные участки, максимально используя при этом существующие в лесу рубежи для пуска отжига (дороги, тропы, ручьи, края сырых лощин и негоримых участков и т. п.), чтобы сократить объем земляных работ и тем самым ускорить пуск отжига.

2. Рабочие по расчистке трассы (обычно два человека) движутся по трассе, намеченной направляющим, расчищая полосу шириной 6-7 м от валежника, подроста и подлеска.

3. Рабочие по прокладке опорной линии (не менее четырех человек) готовят опорную линию на расчищенной трассе. При прокладке минерализованной полосы вручную саперными лопатами они попарно, становясь лицом друг к другу и одновременно втыкая лопаты в края намеченной полосы, вынимают вырезанные пласты покрова; для каждой пары рабочих отводится участок трассы длиной 20-25 м; после окончания работы на одном участке они переходят на следующий. При наличии в достатке воды опорная линия обрабатывается растворами химикатов из ранцевых опрыскивателей. Очень эффективен способ прокладки опорной полосы с помощью шланговых зарядов и монозарядов. При тушении беглых низовых пожаров можно пускать отжиг без всякой опорной полосы, если сразу же захлестывать внешнюю кромку отжига.

4. Зажигающий, который по мере готовности опорной полосы поджигает зажигательным аппаратом или железнодорожной свечой покров по краю полосы.

5. Рабочие резерва (не менее двух человек) несут поклажу (пищу, воду, горючее, лишнюю одежду работающих и пр.), а также свой инструмент (лопаты, топоры). Они подменяют рабочих, прокладывающих опорную полосу.

По мере продвижения бригады бригадир оставляет одного за другим рабочих для окарауливания опорной полосы. Каждого караульного бригадир кратко инструктирует и выделяет ему точно отграниченный участок полосы из расчета: перед фронтом низового пожара – по 200 м, перед флангом – 300 м, перед фронтом верхового пожара или сильного низового пожара на открытом месте – по 100 м на одного человека. Таким образом, караульные располагаются на расстоянии, обеспечивающем связь голосом для передачи по цепи информации и для оказания помощи друг другу. Покидать свой пост после остановки пожара караульный имеет право только с разрешения бригадира при личном осмотре последним его участка.

Численность бригады для пуска отжига при длине трассы 1 км – не менее 10 человек; на каждый следующий дополнительный километр трассы бригада увеличивается не менее чем на 5 человек. Скорость пуска отжига лимитируется скоростью прокладки опорной

полосы (150-250 м/час), поэтому необходимо принимать все меры для повышения производительности именно на этой операции путем предварительного обучения рабочих, выделения дополнительных рабочих, механизмов, химикатов, взрывчатки и т. п.

Для ускорения выжигания полосы перед пожаром применяется ряд способов.

1. Способ «гребенка» (рекомендованный В.П. Молчановым), при котором отжиг ускоряется дополнительными зажиганиями покрова в направлениях, перпендикулярных опорной полосе. Это самый простой и надежный способ ускорения выжигания при остановке фронта пожара, применять его на флангах не рекомендуется.

2. Способ «опережающего огня» (предложенный Н.Н. Егоровым), при котором выжигание ведут полосами по 5-10 м шириной, параллельными опорной линии, продвигаясь в сторону пожара. Способ этот самый эффективный по скорости выжигания, но его не рекомендуется применять перед фронтом пожара в хвойных молодняках, на участках с густым подростом и захламленных, поскольку огонь в каждой выжигаемой полосе движется по ветру и может быть достаточно сильным. Особенно желательно использовать этот способ при тушении флангов пожара.

3. Способ «ступенчатого огня» заключается в том, что в дополнение к основной опорной полосе прокладывают параллельно ей ближе к пожару еще несколько полос на расстоянии 15-30 м друг от друга (концы полос должны сходиться), от каждой полосы пускают отжиг начиная с ближайшей к пожару. Этот способ рекомендуется применять при остановке фронта пожара на отдельных участках, покрытых хвойными молодняками или сильно захламленных, где пожар имеет пятнистую форму распространения.

Крупные лесные пожары, распространяясь с различной скоростью по разным элементам ландшафта, принимают порою самую причудливую конфигурацию. Вышеописанный способ остановки пожара (когда отжиг начинают в одном месте против середины фронта и затем охватывают фронт, выходя на фланги) применим на пожарах компактной формы, которые распространяются достаточно быстро.

Если фронт пожара имеет пальцеобразную форму, с несколькими головами в виде далеко выдающихся выступов, то отжиг полезно начинать перед каждым выступом, т. е. одновременно в нескольких точках; затем отдельные участки отжига соединяются вместе.

В том случае, если фронт крупного пожара распространяется медленно (например, при штиле, при спуске под гору, после выпадения осадков и т. д.), необязательно начинать отжиг перед фронтом пожара, можно вести трассу отжига от флангов, продвигаясь вперед к «голове» пожара, где трассы отжига соединяются («параллельный способ»). Иногда трассу отжига можно вести только от одного фланга, огибая фронт полукольцом, такой способ именуют «косым».

**Особенности тушения низовых пожаров под пологом леса.** При тушении слабых весенних низовых пожаров, если имеется достаточное количество сил, пожар оцепляется кругом, а при недостаточном – одна бригада сдерживает и тушит фронт пожара, а две другие, начиная с тыла, охватывают пожар с флангов, продвигаясь по мере тушения к фронту. Остановка распространения пожара может производиться захлестыванием огня на кромке ветвями или засыпкой его грунтом, либо обработкой кромки химикатами из лесных огнетушителей.

Иногда работы ведутся двумя бригадами, которые движутся с тыла по флангам к фронту пожара, постепенно сжимая его с боков и сводя на «клин». При этом движение людей в каждой бригаде осуществляется в следующем порядке: человек, работающий сзади, окончив работу на своем участке, становится впереди бригады, следующий – на расстоянии 15-20 м от первого и т. д.

Для надежной локализации пожара (если это необходимо) одновременно с работой по остановке его распространения (а при недостатке рабочих – после остановки) вдоль кромки расчищается ручными инструментами (мотыгой, лопатой и т. д.) до минерального слоя максимально спрямленная полоса либо прокладывается в таком же порядке узкая



канава. При возможности минерализованная полоса прокладывается с помощью взрывчатых материалов либо почвообрабатывающими орудиями.

При тушении пожаров средней интенсивности, распространяющихся по напочвенному покрову со скоростью 1-3 м/мин, рекомендуется сначала произвести остановку кромки пожара захлестыванием или засыпкой грунтом, либо опрыскиванием растворами химикатов из лесных огнетушителей.

Остановку распространения огня следует начинать охватом с фронта, что дает возможность уменьшить площадь, поврежденную огнем и сократить затраты труда на тушение. Такие пожары обычно возникают в засушливые периоды весной и летом и сопровождаются частичным выгоранием подстилки и валежа. Поэтому работы по обеспечению локализации их, после остановки созданием заградительных минерализованных полос, являются обязательными.

В случае низового пожара высокой интенсивности, распространяющегося со скоростью более 3 м/мин, с высоким пламенем на фронте, принять меры к остановке его распространения путем пуска отжига против фронта от опорной полосы. На флангах и в тылу остановка производится обработкой кромки водой из лесных огнетушителей либо грунтом путем охвата с тыла.

Окружение таких пожаров после их остановки заградительной минерализованной полосой является обязательным, причем полоса прокладывается ручными орудиями либо механизированным способом.

При сильных низовых пожарах, действующих под пологом леса в участках со скоплениями хвойного подроста или горючего подлеска, а также в захламленных участках, в условиях, когда имеется большая опасность перехода низового огня в верховой, способы остановки распространения горения ручными орудиями и ранцевой аппаратурой, описанные выше, неприемлемы вследствие большой высоты пламени. Для тушения таких пожаров следует применять воду из баков автоцистерн, либо других агрегатов водного пожаротушения, или из имеющихся вблизи пожара водоисточников, а также производить отжиг от опорной полосы, проложенной не ближе 80-100 м от фронта и охватывающей затем фланги и тыл. При этом в случаях пожаров на участках с хвойным подростом и подлеском должна быть применена мелкораспыленная вода, а при горении древесного хлама – мощные сосредоточенные струи.

Прокладка заградительной минерализованной полосы вокруг пожара после его остановки обязательна, за исключением случаев, когда подачей воды из имеющихся вблизи водоисточников обеспечивалось полное тушение пожара или когда опорная линия для пуска отжига состояла из надежных преград распространению горения.

**Особенности тушения пожаров на непокрытых лесом площадях.** На участках с несомкнувшимися хвойными молодняками или с зарослями высокогоримых кустарников, на вырубках, особенно захламленных, на участках с погибшими насаждениями (гари, шелкопрядники, и т. п.) пожары могут распространяться с большой скоростью, причем вследствие разбрасывания ветром горящих частиц впереди фронта пожара нередко возникают пятнистые загорания, что резко ускоряет распространение горения по площади.

Останавливать такие пожары следует пуском отжига, причем, учитывая большую скорость их распространения, следует отступить перед фронтом пожара для пуска отжига возможно дальше с таким расчетом, чтобы успеть выжечь полосу шириной не менее 100 м. В качестве опорных полос рекомендуется использовать уже имеющиеся барьеры (дороги различного назначения, волока, усы, реки и т. д.), а где их нет – прокладывать минерализованные полосы землеройной или почвообрабатывающей техникой.

Большое внимание при тушении таких пожаров следует уделять организации наблюдения за территорией позади отжига в целях своевременного обнаружения и ликвидации возникающих очагов загорания от перелетающих искр, горящих углей, веточек и т. п. Отжиг рекомендуется проводить в вечерние часы с последующим обязательным окарауливанием локализованной кромки пожара в течение всей ночи и далее.

На лугах, пастбищах и степных участках весной и осенью обычно возникают беглые низовые пожары, которые при ветреной погоде могут распространяться со скоростью более 5–8 км/ч. Лесопожарные вездеходы являются наиболее эффективным средством тушения таких пожаров. Весьма высокий эффект при тушении кромки огня таких пожаров достигается также при использовании воздуходувок, созданных на базе бензопилы «Урал», особенно на участках с травяным напочвенным покровом.

Для остановки быстрораспространяющейся кромки огня следует также применять отжиг, используя в качестве рубежей дороги, тропы, речки или искусственно созданные с помощью почвообрабатывающих орудий преграды. В безветренную погоду, а также в вечерние и утренние часы, кромку огня можно тушить захлестыванием или заливкой водой из лесных огнетушителей.

Пожары на моховых болотах и в притундровых лесах следует тушить захлестыванием кромки, заливкой ее водой из лесных огнетушителей и с помощью мотопомп.

На участках с зарослями кустарников рекомендуется применять частичный отжиг, а в местах интенсивного развития мохового покрова – взрывчатые материалы.

**Тушение верховых пожаров.** Верховые пожары слабой интенсивности, возникающие в хвойных насаждениях с неравномерной сомкнутостью и мозаичной структурой, где верховой огонь распространяется только на участках с групповым расположением хвойного молодняка и в основном за счет поддержки низового, могут быть потушены у заградительных рубежей мощными струями распыленной воды из пожарных авто- и тракторных цистерн.

Верховые пожары средней и высокой интенсивности тушатся отжигом. Опорные полосы для отжига прокладываются вдоль фронта и флангов пожара в местах с наименьшим запасом горючего материала, на участках с преобладанием лиственных пород, свободных от хвойного подроста, валежа и хлама. В случае наличия последних – их убирают на полосе шириной 10–15 м вдоль опорной линии. В качестве опорных полос можно использовать дороги, противопожарные разрывы и другие заградительные барьеры.

Опорные полосы прокладывают с таким расчетом, чтобы до подхода фронта пожара можно было успеть отжечь полосу шириной не менее максимальной дальности разлета искр, т. е. от 100 до 200 м.

В целях ускорения выжигания полосы требуемой ширины целесообразно использовать способ ступенчатого отжига.

Особое внимание при тушении верховых пожаров должно быть обращено на организацию своевременного обнаружения и ликвидации очагов загорания, возникающих на расстоянии 100–200 м, а иногда и более, за опорной полосой от перелетающих горящих частиц при подходе фронта.

Оптимальным временем применения отжига является вечер и раннее утро, когда снижается интенсивность горения и такие пожары, в большинстве случаев, полностью или частично переходят в низовые. В этих условиях пожар может быть остановлен выжженной полосой значительно меньшей ширины и пуск отжига может быть произведен на более близком расстоянии от пожара.

После остановки пожара необходимо усилить его локализацию опашкой, особенно у тех частей кромки, где для пуска отжига создавались опорные линии.

В связи с быстрым скачкообразным распространением беглых верховых пожаров руководитель тушения должен особое внимание уделять безопасности личного состава, занятого на тушении. Протяженность скачков при ветре более 6 м/с может достигать 80–120 м, а иногда и более. Личный состав не должен находиться ближе чем в 250 м от фронта пожара (т. е. на расстоянии не менее двойной длины возможных скачков).

**Тушение пятнистых пожаров.** Пятнистые пожары обычно образуются из основного верхового (а нередко и сильного низового) пожара вследствие разлета горящих частиц от его фронта. Поэтому при сильных низовых и слабых верховых пожарах ширину выжигаемой

полосы при локализации пожара отжигом следует увеличивать примерно на 100 м, а при верховых пожарах средней силы – на 200 м против рекомендуемой.

При штормовом ветре (более 15 м/с) скорость распространения пятнистых пожаров может достигать нескольких десятков км/ч, главным образом за счет возникновения (нередко на расстоянии до 1 км от действующих пожаров) многочисленных новых загораний. В результате создается большая опасность попадания в кольцо огня участников тушения пожара, а также расположенных в лесу населенных пунктов, промышленных объектов, строений и т. п.

Практически борьба с пятнистыми пожарами днем может заключаться лишь в сдерживании его флангов с помощью средств водного пожаротушения и отжигов. Остановка фронта днем, как правило, невозможна, причем эта работа сопряжена с большой опасностью для жизни. Руководитель тушения должен заблаговременно сообщить местной администрации о необходимости эвакуации людей, животных и материальных ценностей из лесных поселков и других объектов, расположенных перед надвигающимся фронтом такого пожара. Одновременно должен быть разработан план и намечено несколько рубежей для остановки пожара в ночные и утренние часы, т. е. когда утихнет ветер, снизится температура воздуха и пожар ослабеет, в значительной части перейдя в низовой. Остановку пожара в это время следует производить отжигом в том же порядке, как и верхового.

Остановить распространение пожара днем можно в случае, если пожар подойдет к обширным площадям малогоримых насаждений и ослабеет. Кроме того, тушить такой пожар днем можно также искусственно вызванными осадками, однако для этого необходимы соответствующие условия (наличие кучевых облаков, подготовленного персонала и оборудования).

**Задача 5.** На основе информации о поведении лесного пожара (ПР № 3, табл. 3.2) составить оперативный план тушения лесного пожара на площади Асиновского лесничества силами и средствами лесопожарных формирований, осуществляющих работы по тушению лесных пожаров на площади лесничества. Система охраны от лесных пожаров – наземная с авиационным патрулированием.

Информация о пожаре: беглый низовой слабой интенсивности. Протяженность кромки пожара (по абрису) на 18 ч. 23.05 составляет 3000 м, площадь – 28,82 га. Пожар активно распространяется с 11 до 18 ч. Значение комплексного показателя засухи равно 3140,4 ед. (III КЗ). Скорость ветра под пологом леса 1,15 м/с. Основные проводники горения: влажномшистый (Вл), рыхлоопадный (Рх). Тип леса: смешанный (Западно-Сибирский южно-таежный равнинный район).

С учетом слабой интенсивности лесного пожара его остановка будет производиться методом непосредственного тушения. Основные способы тушения кромки – захлестывание и частичный отжиг (выдел 2, густой подлесок).

В общем случае, по предварительным расчетам при устоявшемся классе засухи (III) и скорости ветра 5 м/с для тушения лесного пожара площадью 28,82 га потребуется 12 работников наземных служб пожаротушения и 1 ед. техники (прил. 5, табл. 1).

С учетом протяженности активно распространяющейся кромки пожара (участки AD и FE, за исключением участка D'D'' протяженностью 225 м), составляющей 2025 м на момент начала работ по тушению, общее число работников, необходимое для остановки ее распространения (согласно условию – *не менее 5 человек на 1 погонный километр кромки*), должно составить не менее 10 чел.

В тактическом отношении остановка распространения кромки пожара производится силами 3 бригад одновременно: одна бригада начинает тушение с тыла, продвигаясь вдоль левофланговой кромки; две другие бригады начинают тушение с флангов, продвигаясь к фронтальной части пожара.

Исходя из характера поведения пожара и протяженности тактических участков, планируется следующая схема тушения (рис. 5.1):

– первая бригада в составе 4 чел. проводит тушение пожара в тыловой части пожара на участке EF протяженностью 150 м с последующим переходом (150 м) на участок АВ протяженностью 675 м, продвигаясь с тыла вдоль левофланговой кромки;

– вторая бригада в составе 4 чел. проводит тушение пожара на участке ВС протяженностью 675 м, продвигаясь вдоль левофланговой кромки к фронтальной части пожара;

– третья бригада в составе 3 чел. производит тушение пожара на участке DC протяженностью 525 м, продвигаясь вдоль правофланговой кромки к фронтальной части пожара.

В случае прямой атаки с фронта схема тушения будет выглядеть следующим образом (рис. 5.2):

– первая бригада в составе 4 чел. проводит тушение пожара в тыловой части пожара на участке EF протяженностью 150 м с последующим переходом (150 м) на участок АВ протяженностью 675 м, продвигаясь с тыла вдоль левофланговой кромки;

– вторая бригада в составе 4 чел. проводит тушение пожара на участке СВ протяженностью 675 м, продвигаясь от фронтальной части пожара к левому флангу;

– третья бригада в составе 3 чел. производит тушение пожара на участке CD протяженностью 525 м, продвигаясь от фронтальной части пожара к правому флангу.

При условии возможности подачи воды для тушения фронтальной кромки пожара планируется следующая схема тушения:

– первая бригада в составе 4 чел. проводит тушение пожара захлестыванием в тыловой части пожара на участке EF протяженностью 150 м с последующим переходом (150 м) на участок АВ протяженностью 675 м, продвигаясь с тыла вдоль левофланговой кромки;

– вторая бригада в составе 4 чел. проводит тушение пожара с помощью ранцевых огнетушителей на участке ВС протяженностью 675 м, продвигаясь от фронтальной части пожара к левому флангу;

– третья бригада в составе 3 чел. производит тушение пожара с помощью ранцевых огнетушителей на участке DC протяженностью 525 м, продвигаясь от фронтальной части пожара к правому флангу.

Учитывая характер поведения пожара (низовой низкой интенсивности), сезонность (весенний период) и метеорологические условия (24.05, количество осадков 2,6 мм) локализация пожара ограничивается окарауливанием и дотушиванием, которые организуются в процессе остановки распространения кромки. Протяженность индивидуального охраняемого участка – 500 м.

Таким образом, для тушения лесного пожара необходимо задействовать группу в составе не менее 11 работников ПХС–3, с учетом резервных работников – 15 человек (3 бригады по 5 человек) (табл. 5.1). Привлечение дополнительных сил и средств лесопожарных формирований лесничества не требуется.

Таблица 6.1

### Силы и средства, привлекаемые для тушения лесного пожара

План	Способ тушения	Участок	Скорость кромки пожара $V_{кр}$ , м/мин	Количество $N$ , чел./ед.
1а,б	Захлестывание	EF, АВ	0,82	4
		BC <sup>1*</sup>	0,82	4
		BC <sup>2*</sup>	0,78	4
		CD	0,78	3
2	Захлестывание	EF, АВ	0,82	4
		BC <sup>1</sup>	0,82	4
	Водой из лесных огнетушителей	BC <sup>2</sup>	0,78	4
		CD	0,78	3

Примечание: \* BC<sup>1</sup>, BC<sup>2</sup> – участки кромки лесного пожара в пределах выделов №1 и №2 соответственно;

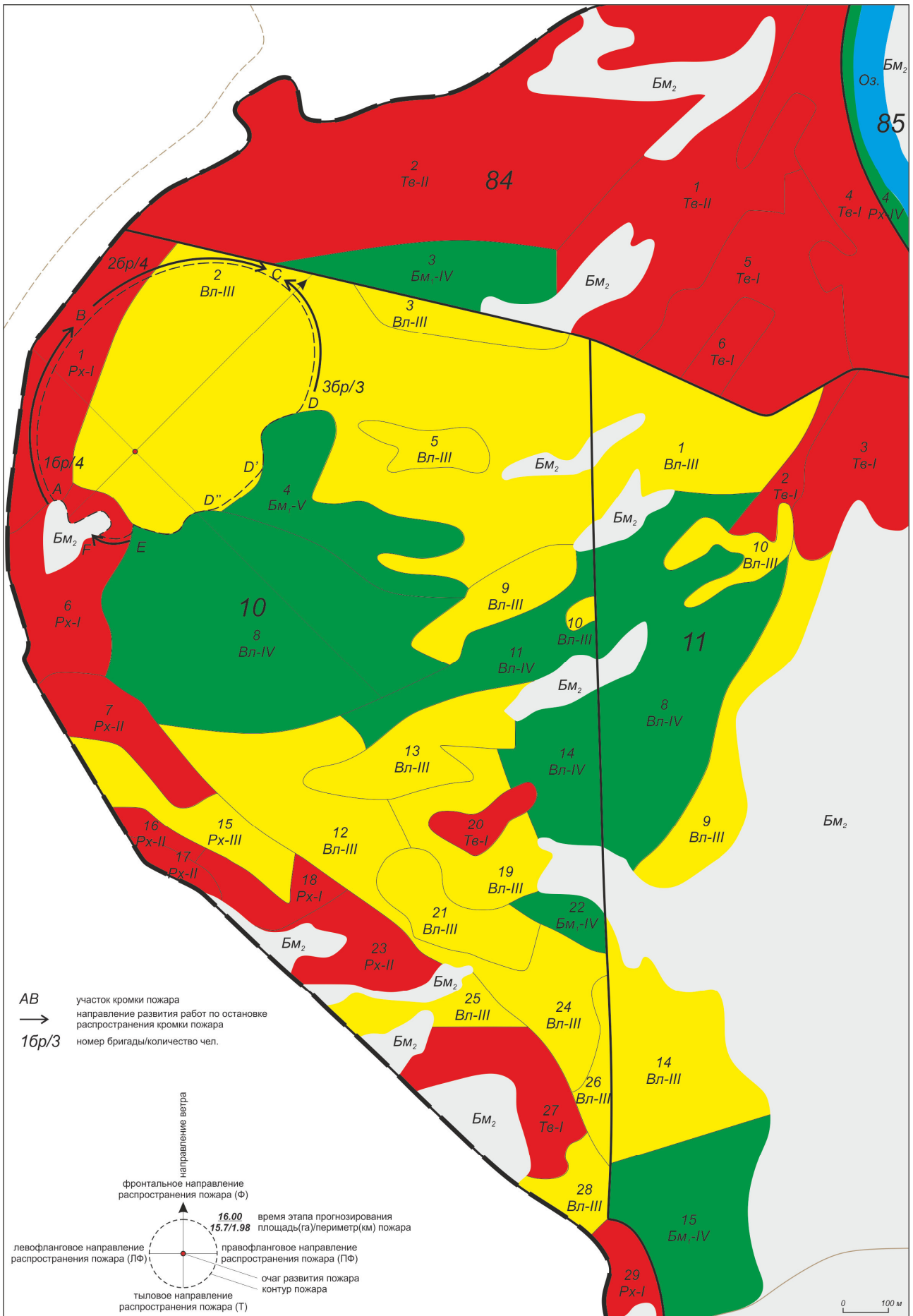


Рис. 5.1. Схема тушения лесного пожара (план 1а).

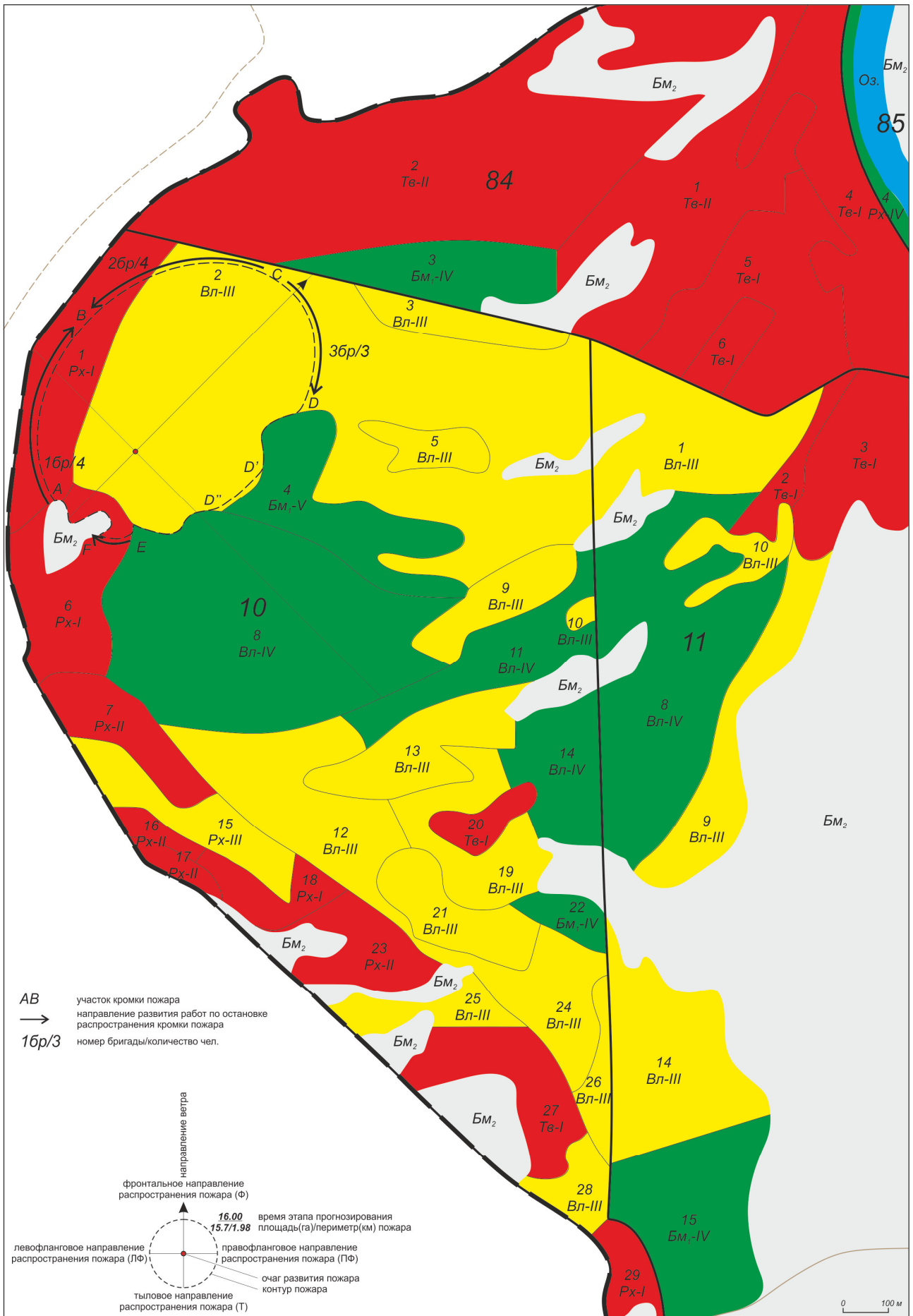


Рис. 5.2. Схема тушения лесного пожара (план 16).

## Приложение 5

Таблица 1

Предварительный расчет людей (техники), необходимых для тушения лесного пожара  
(Методика тушения ландшафтных пожаров, 2015)

Площадь пожара, га	Ветер от 0 до 7 м/с			Ветер от 7 до 13 м/с			Ветер от 13 до 18 м/с		
	КПО			КПО			КПО		
	до III	IV	V	до III	IV	V	до III	IV	V
1	6(0)	10(0)	20(0)	10(0)	20(0)	10(1)	8(1)	12(1)	24(1)
3	8(0)	16(0)	10(1)	16(0)	10(1)	16(1)	10(1)	16(1)	32(1)
5	12(0)	20(0)	16(1)	8(1)	12(1)	24(1)	12(1)	24(1)	48(2)
10	16(0)	10(1)	30(2)	10(1)	16(2)	32(2)	16(1)	32(2)	64(2)
50	<b>12(1)</b>	20(2)	40(2)	16(2)	24(2)	42(2)	36(2)	80(2)	150(3)
100	16(2)	32(2)	50(3)	25(2)	36(2)	80(2)	50(2)	100(3)	200(3)
300	24(2)	40(2)	80(3)	40(3)	80(4)	120(4)	80(6)	160(6)	300(6)
500	48(2)	80(2)	12(3)	60(3)	120(4)	240(4)	120(6)	240(6)	500(6)

Таблица 2

Величина необходимой производительности тушения пожаров в зависимости от его площади и скорости распространения фронтальной кромки (Коровин, 1986)

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	<b>30,6</b>	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	331	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

## Практическая работа № 6. Составление оперативного плана тушения лесного пожара (тактические расчеты параметров локализации лесного пожара)

**Цель:** освоить методики прямых и косвенных тактических расчетов параметров локализации лесного пожара.

Тактические расчеты являются необходимым инструментом для получения руководителем тушения информации, позволяющей оперативно оценить обстановку на пожаре, принимать правильные решения в быстро меняющейся обстановке.

При выполнении тактических расчетов следует учитывать параметры условий среды и пожара (лесоводственные, метеорологические, тактико-технические данные средств тушения и т.д.) и параметры управления (способы тушения, количество технических средств, время начала и возможного окончания работ по тушению, ширина и направление заградительных полос и т.д.). Все тактические расчеты по характеру решаемых вопросов подразделяются на прямые и обратные.

Первые позволяют получить количественные данные для определения ожидаемого результата при использовании привлекаемых сил и средств одного из вариантов действий. Например, локализация пожара осуществляется заранее установленным количеством технических средств, и прямой расчет производят с целью определения времени локализации, размера выгоревшей площади, затрат на выполнение работ, т.е. оценивается эффективность данного варианта тушения.

Вторые делают в тех случаях, когда при принятии решения необходимо определить, какое количество сил и средств потребуется для достижения заданного результата (например, локализовать пожар в течение суток).

Особую роль в выполнении тактических расчетов играет прогнозирование параметров развития пожаров, устанавливающее вид, интенсивность, скорость распространения, которыми будет характеризоваться пожар в период его локализации.

Тактические расчёты помогают руководителю тушения пожара в сложной обстановке принять правильное решение в короткий промежуток времени. Поэтому методика расчетов должна обеспечивать точность и быть простой и быстро выполнимой.

Использование в практике простых методов расчетов, которые выполняются непосредственно специалистами, участвующими в тушении пожара, с применением простейших вычислительных средств позволяют более оперативно оценивать обстановку и составлять оперативные планы тушения.

**Расчет скорости локализации пожара.** При выполнении тактических расчетов можно выделить два типа операций по локализации пожара, которые обуславливают специфику их выполнения:

- непосредственное взаимодействие с кромкой пожара (активное тушение, а также создание заградительных полос на заданном расстоянии от кромки);
- использование естественных и искусственных рубежей для остановки пожара отжигом.

Принципиальное различие этих двух типов локализации заключается в том, что в первом случае силы и средства локализации находятся на кромке пожара или на некотором расстоянии от нее, а линия локализации определяется соотношением скорости продвижения кромки и производительности работ по локализации. Во втором - линия локализации в меньшей степени зависит от контура распространяющегося пожара. Единственное условие – чтобы работы на выбранных рубежах были закончены к подходу пожара, и ширина заградительных полос соответствовала необходимым требованиям. Различаются эти типы также тем, что в первом случае протяженность локализованной части пожара непрерывно увеличивается в процессе выполнения работ, а во втором это происходит по мере приближения пожара к подготовленным рубежам. К этому времени работы по локализации могут быть закончены, и в дальнейшем проводится дотушивание и окарауливание.



Для этой группы методов локализации основой расчетов является сопоставление времени работ на исходных рубежах и времени достижения их пожаром при соблюдении необходимых требований к создаваемым заградительным барьерам.

Более сложными методами проводятся тактические расчеты для первого случая. Это связано с тем, что процесс характеризуется постоянным взаимодействием сил и средств локализации с кромкой пожара, в результате чего линия локализации как бы постоянно отклоняется в сторону от пожара. Причем это отклонение тем существеннее, чем меньше разрыв между производительностью средств тушения и скоростью продвижения кромки. Очевидно, что при скорости кромки, превышающей производительность технического средства или рабочего с ручным инструментом, локализация пожара на данном участке невозможна.

Для упрощения тактических расчетов вводится понятие эффективной скорости локализации ( $V_{эф}$ ), которая определяется для элементарного участка кромки пожара по формуле:

$$V_{эф} = \sqrt{V_{лок}^2 - V_{кр}^2} \quad (6.1)$$

где:  $V_{лок}$  – производительность технического средства (или рабочего при тушении ручным инструментом);

$V_{кр}$  – скорость распространения кромки пожара.

Если на некотором однородном участке кромки пожара, распространяющегося со скоростью  $V_{кр}$ , работают несколько технических средств или несколько тушителей с ручным инвентарем, имеющих одинаковую производительность  $V_{лок}$  одновременно, то общая эффективная скорость локализации на данном участке равна сумме эффективных скоростей локализации каждого технического средства, т.е.

$$V_{эф} = \sum_{i=1}^n V_{эфi} = \sum_{i=1}^n \sqrt{V_{локi}^2 - V_{кр}^2} \quad (6.2)$$

Предполагая, что условия распространения периметра пожара или участка его кромки однородны, процесс локализации можно однозначно описать, если известны (или определены) следующие параметры:

$\tau_{св}$  – время свободного распространения пожара (до начала локализации);

$V_n$  – скорость нарастания периметра пожара (изменение протяженности за единицу времени);

$V_{эф}$  – общая эффективная скорость локализации.

Тогда время локализации  $\tau_{лок}$  определяется по формуле:

$$\tau_{лок} = \tau_{св} \cdot \left( e^{\frac{V_n}{V_{эф}}} - 1 \right) \quad (6.3)$$

Для того чтобы локализация пожара была осуществлена за время  $\tau$ , необходимо обеспечить эффективную скорость локализации

$$V_{эф} = \frac{V_n}{\ln \frac{\tau_{св} + \tau_{лок}}{\tau_{св}}} \quad (6.4)$$

Формулы (4.3) и (4.4) можно использовать для расчета локализации пожара, если скорость кромки в разных направлениях меняется незначительно, а также в тех случаях, когда  $V_{эф} > V_n$ .

Для лесного пожара эти формулы следует применять для отдельных участков кромки пожара, где условия распространения более однородны. При произведении расчетов для участка кромки берется средняя скорость продвижения данного участка, что обеспечивает удовлетворительную точность.

При нарушении однородности условий распространения пожара, в формуле вместо времени свободного распространения  $\tau_{св}$  рекомендуется использовать отношение протяженности кромки на данном участке ( $P_{нач}$ ) к периметрической скорости пожара на этом участке, т.е.

$$\tau_{св} = \frac{P_{нач}}{V_n} \quad (6.5)$$

Это обусловлено тем, что для локализации важно не время свободного распространения пожара само по себе, а протяженность кромки и периметрическая скорость к началу тушения. При распространении пожара в однородных условиях выполняется соотношение (4.5). Однако в действительности условия распространения со временем существенно изменяются, например, при увеличении скорости ветра периметрическая скорость возрастает. Кроме того, не редки ситуации, когда время возникновения пожара вообще трудно установить. Поэтому физический смысл параметра  $\tau_{св}$  – это время свободного распространения пожара в предположении, что скорость его распространения была такая же, как в момент начала тушения.

Таким образом, формулы (4.3) и (4.4) могут быть записаны в таком виде:

$$\tau_{лок} = \frac{P_{нач}}{V_n} \cdot \left( e^{\frac{V_n}{V_{эф}}} - 1 \right) \quad (6.6)$$

$$V_{эф} = \frac{V_n}{\ln \left( 1 + \frac{\tau_{лок} \cdot V_n}{P_{нач}} \right)} \quad (6.7)$$

Для расчетов маневра силами и средствами или привлечения дополнительных ресурсов для борьбы с пожаром необходимо определить величину периметрической скорости распространения кромки в различных зонах или пожара в целом, которая изменяется в процессе локализации. Для этого можно использовать формулу

$$V_n(\tau) = V_n - V_{эф} \cdot \ln \left( 1 + \frac{\tau}{\tau_{св}} \right) \quad (6.8)$$

где:  $\tau$  – некоторый момент периода локализации пожара ( $0 < \tau < 1$ );

$V_n(\tau)$  – периметрическая скорость локализации в момент  $\tau$ .

Расчеты организационных параметров управления производятся с целью определения общего количества требуемых трудовых и материальных ресурсов пожаротушения, средств доставки и затрат времени на ее осуществление.

Расчет общего количества сил и средств для борьбы с лесными пожарами производится на основе информации о размерах пожара и его параметрах, условиях тушения, типах и количестве технических средств. В качестве управляющего параметра можно принять общую эффективную скорость локализации. Непосредственный расчет производится следующим образом. Планируется время, в течение которого требуется

локализовать пожар. По формуле (4.2) находится общая эффективная скорость локализации, по которой затем подбирается необходимое количество людей и технических средств с учетом их производительности в данных условиях. По производительности техники и времени локализации определяется общий объем работ и число рабочих, необходимое для дотушивания и окарауливания пожара.

Отметим, что эти расчеты носят укрупненный характер и предназначены для обоснования мероприятий по привлечению сил и средств, и их доставки на пожар.

**Расчет параметров процесса локализации при использовании естественных и искусственных рубежей в качестве опорных полос при отжиге.** При борьбе с лесными пожарами важное значение имеет использование водных преград, дорог, негоримых участков территории в качестве опорных линий для проведения отжига. В случае необходимости эти рубежи дополняются вновь созданными опорными полосами. Планирование таких работ может проводиться как руководителем тушения всего пожара, так и руководителем работ на отдельных участках.

Исходные данные для расчетов:

- $l_p$  – расстояние от кромки пожара до рубежа,
- $L_n$  – расстояние от кромки пожара до опорной полосы,
- $L_p$  – протяженность используемого рубежа,
- $L_n$  – протяженность создаваемой опорной полосы,
- $V_{кр}$  – скорость распространения пожара,
- $V_{отж}$  – скорость распространения огня отжига,
- $W_n$  – производительность при создании опорной полосы,
- $W_{отж}$  – производительность при проведении отжига,
- $B$  – необходимая ширина выжигаемой полосы.

Расчетное время достижения рубежа пожаром:

$$\tau_{ор} = \frac{l_p}{V_{кр}} \quad (6.9)$$

Затраты времени на проведение отжига:

$$\tau_{отж} = \frac{L_p}{W_{отж}} \quad (6.10)$$

Расчётная ширина выжигаемой полосы:

– максимальная

$$B_{\max} = \frac{l_p \cdot V_{отж}}{V_{кр} + V_{отж}} \quad (6.11)$$

– минимальная

$$B_{\min} = \frac{(l_p - V_{кр} \tau_{отж}) \cdot V_{отж}}{V_{кр} + V_{отж}} \quad (6.12)$$

При создании опорных полос определяется следующее время работ:

$$\tau_n = \frac{L_n}{W_n} \quad (6.13)$$

Если отжиг осуществляется после завершения опорной полосы, время работы равно:

$$\tau_p = \frac{L_n}{W_n + W_{отж}} \quad (6.14)$$

Расстояние от кромки пожара, на котором создается опорная полоса:

$$l_n = B \cdot \left( 1 + \frac{V_{кр}}{V_{отж}} \right) + V_{кр} \cdot \tau_p \quad (6.15)$$

Расстояние, на котором создается заградительная полоса, вычисляется по формуле:

$$a = \frac{60 \cdot V_{кр} \cdot L_n}{W_n} \quad (6.16)$$

где:  $V_{кр}$  – скорость распространения кромки, м/мин;  
 $L_n$  – протяженность участка, на котором создается полоса, м;  
 $W_n$  – производительность при создании полосы, м/ч.

Расчет времени локализации на отдельных участках пожара при эффективной скорости локализации, заданной заранее, осуществляется по формулам (4.3) (4.6). При этом исходные данные берутся для конкретного участка. Если периметрическая скорость на участке пожара незначительна, то:

$$\tau_{лок} = \frac{P_{нач}}{V_{эф}} \quad (6.17)$$

где:  $P_{нач}$  – протяженность кромки к началу локализации;  
 $V_{эф}$  – эффективная скорость локализации;  
 $\tau_{лок}$  – продолжительность локализации.

Расчет дополнительных сил и средств тушения производится в том случае, когда имеющихся на пожаре резервов не хватает. Исходными данными для расчета, помимо определенных ранее параметров ( $P_{нач}$ ,  $V_n$ ,  $\tau_{св}$ ) являются время и эффективная скорость локализации до привлечения дополнительных сил и средств (соответственно  $\tau_1$ ,  $V_{эф1}$ ), планируемое время локализации пожара или некоторого его участка совместными усилиями ( $\tau_2$ ).

Требуется определить необходимую эффективную скорость локализации дополнительных сил и средств ( $V_{эф2}$ ). По формуле (4.8) устанавливается периметрическая скорость ( $V_n(\tau)$ ) в момент времени ( $\tau_1$ ).

Затем вычисляется необходимая эффективная скорость локализации всех сил и средств по формуле

$$V_{эф} = \frac{V_n \cdot \tau_1}{\ln \frac{\tau_{св} + \tau_1 + \tau_2}{\tau_{св} + \tau_1}} \quad (6.18)$$

Необходимая эффективная скорость локализации дополнительных сил и средств равна:

$$V_{\text{эф}2} = V_{\text{эф}} - V_{\text{эф}1} \quad (6.19)$$

При расчёте маневра силами и средствами тушения между различными зонами лесного пожара исходными данными, помимо параметров пожара в каждой точке тушения ( $P_{\text{нач}}, V_n, \tau_{\text{св}}$ ), являются:

$\tau_1, \tau_2$  – периоды локализации пожара в I и II зонах до начала маневра;

$V_{\text{эф}1}, V_{\text{эф}2}$  – эффективные скорости локализации в I и II зонах пожара до начала маневра;

$\tau_{\text{нб}}$  – время переброски сил и средств из I зоны пожара во II;

$V_{\text{эф}}$  – эффективная скорость локализации сил и средств, осуществляющих маневр.

Расчет количества сил и средств по общей эффективной скорости локализации проводится с целью установления типов и количества технических средств и числа тушителей. Для проведения расчетов составляется перечень технических средств и инструментов. Указывается их количество, среднечасовая производительность на одну машину или на одного тушителя с инструментом. Информация о производительности дается с учетом конкретных условий, после чего определяется эффективная скорость локализации каждого типа средств. Количество технических средств и тушителей с инструментом следует определять, исходя из соотношения:

$$\sum V_{\text{эф}i} K_i \geq V_{\text{эф}T} \quad (6.20)$$

где:  $V_{\text{эф}i}$  – эффективная скорость локализации  $i$ -го технического средства или тушителя;

$K_i$  – количество технических средств  $i$ -го типа;

$V_{\text{эф}T}$  – требуемая эффективная скорость локализации.

### **Расчет времени тушения участка кромки лесного пожара рабочими с ручными инструментами.**

Исходные данные:

$n$  – количество тушителей (непосредственно работающих на кромке, без выполнения вспомогательных операций);

$L$  – протяженность кромки, закрепленной за данной бригадой, м;

$W_1$  – средняя скорость одного рабочего при тушении кромки, м/мин;

$V_{\text{пер}}$  – средняя скорость передвижения рабочих по лесу при переходе с одного участка на другой, м/ч, м/мин;

$V_{\text{кр}}$  – скорость продвижения кромки на участке работ бригады, м/мин.

Время тушения определяется так:

$$\tau_{\text{туш}} = \frac{L \cdot (n - 1)}{n \cdot V_{\text{пер}}} + \frac{L}{n \cdot \sqrt{W_1^2 - V_{\text{кр}}^2}} \quad (6.21)$$

В случае, когда бригада перед началом тушения находится на середине участка с протяженностью кромки  $L$  и, разделившись на 2 группы, проводит тушение, формула несколько изменяется:

$$\tau_{туш} = \frac{L \cdot \left(\frac{n}{2} - 1\right)}{n \cdot V_{пер}} + \frac{L}{n \cdot \sqrt{W_1^2 - V_{кр}^2}} \quad (6.22)$$

Это объясняется тем, что сократилось время перехода рабочих, поэтому при организации подобного рода работ на пожаре важно правильно определить численность бригад и место начала работ, чтобы избежать излишних затрат времени на переходы рабочих. Если требуется определить число тушителей для локализации участков кромки пожара за время  $\tau$ , то проводят обратный расчет по формуле

$$n = \frac{\frac{L}{\sqrt{W_1^2 - V_{кр}^2}} - \frac{L}{V_{пер}}}{\tau_{лок} - \frac{L}{V_{пер}}} \quad (6.23)$$

**Расчет времени тушения участка кромки пожара протяженностью  $L$  бригадой численностью  $n$ .**

Данные для расчета:

$L$  – протяженность кромки, закрепленной за бригадой, м;

$n$  – количество рабочих в бригаде;

$W_1$  – средняя производительность одного тушителя, м/мин;

$V_{пер}$  – средняя скорость передвижения рабочих по лесу, м/мин;

$V_{кр}$  – скорость движения кромки пожара в секторе работ бригады, м/мин;

$l_1$  – среднее расстояние подноски опрыскивателей к месту тушения, м;

$\tau_{запр}$  – время заправки опрыскивателя, мин;

$\tau_{1запр}$  – время тушения одной заправкой, мин.

При заданных параметрах время тушения определяется количеством рабочих, занятых непосредственно тушением кромки ( $n_{туш}$ ), при условии, что вспомогательные рабочие ( $n_{всп}$ ) обеспечивают ритмичную работу тушителей. Поэтому на первом этапе расчета необходимо определить соотношение между числом тушителей и количеством вспомогательных рабочих. Из состава бригады выделяется  $n_{туш}$  тушителей:

$$n_{туш} = \frac{n \cdot \tau_{1запр}}{\left(\frac{2 \cdot l_1}{V_{пер}} + \tau_{запр}\right) \cdot \left(1 - \frac{V_{кр}}{V_{пер}}\right) + \tau_{1запр}} \quad (6.24)$$

Число вспомогательных рабочих составляет:

$$n_{всп} = n - n_{туш} \quad (6.25)$$

Затраты времени на тушение кромки заданной протяженности определяются в этом случае количеством тушителей и устанавливаются по формуле:

$$\tau_{туш} = \frac{L}{n_{туш} \cdot \sqrt{W_1^2 - V_{кр}^2}} + \frac{L \cdot (n_{туш} - 1)}{n_{туш} \cdot V_{пер}} \quad (6.26)$$

Расчет суммарной производительности бригады из  $n$  тушителей ( $n$  групп) при выполнении операций по заданному направлению производится по формуле:

$$W_{бр} = \frac{n \cdot V_{пер} \cdot W_1}{V_{пер} + (n-1) \cdot W_1} \quad (6.27)$$

### Порядок выполнения работы

На основе разработанного оперативного плана (ПР№ 5) и сведений о параметрах лесного пожара (ПР№ 3, табл. 3.2):

1) Определить эффективную скорость локализации лесного пожара силами и средствами, привлекаемыми для тушения, согласно разработанному оперативному плану (вариантам оперативного плана) (прил. 6, табл. 1-3);

2) Определить время локализации лесного пожара для отдельных участков кромки лесного пожара.

**Задача 6.** Определить затраты времени, необходимые для тушения лесного пожара согласно разработанному оперативному плану при следующих условиях:

скорость нарастания периметра пожара,  $V_n = 0,5$  км/ч (ПР№3);

средняя скорость передвижения рабочих по лесу,  $V_{пер} = 30$  м/мин;

время заправки опрыскивателя,  $\tau_{запр} = 5$  мин;

время тушения одной заправкой,  $\tau_{1запр} = 10$  мин.

Таблица 6.1

Эффективная скорость локализации лесного пожара силами и средствами, привлекаемыми для тушения лесного пожара

План	Способ тушения	Участок	Скорость кромки пожара $V_{кр}$ , м/мин	Количество $N$ , чел./ед.	Производительность работ на 1 чел./ед. $W_1$ , м/мин (м/ч) (прил. 6, табл. 1-3)	Эффективная скорость локализации $V_{эф1}$ , м/мин (ф. 6.1)
1а,б	Захлестывание	ЕФ, АВ	0,82	4	1,2	0,9
		BC <sup>1*</sup>	0,82	4	1,2	0,9
		BC <sup>2*</sup>	0,78	4	1,2	0,9
		CD	0,78	3	1,2	0,9
2	Захлестывание	ЕФ, АВ	0,82	4	1,2	0,9
		BC <sup>1</sup>	0,82	4	3,4	3,3
	Водой из лесных огнетушителей	BC <sup>2</sup>	0,78	4	3,4	3,3
		CD	0,78	3	3,4	3,3

Примечание: \* BC<sup>1</sup>, BC<sup>2</sup> – участки кромки лесного пожара в пределах выделов №1 и №2 соответственно;

1) Время тушения всех участков кромки пожара захлестыванием:

Участок ЕФ:

$n - 4$ ;

$L - 150$  м;  
 $W_I - 1,2$  м/мин;  
 $V_{пер} - 30$  м/мин;  
 $V_{кр} - 0,82$  м/мин.

$$\tau_{туш} = \frac{L \cdot (n-1)}{n \cdot V_{пер}} + \frac{L}{n \cdot \sqrt{W_I^2 - V_{кр}^2}} = \frac{150 \cdot (4-1)}{4 \cdot 30} + \frac{150}{4 \cdot \sqrt{1,2^2 - 0,82^2}} = 51 \text{ мин (0,9 ч)}$$

Участок АВ:

$n - 4$ ;  
 $L - 675$  м;  
 $W_I - 1,2$  м/мин;  
 $V_{пер} - 30$  м/мин;  
 $V_{кр} - 0,82$  м/мин.

$$\tau_{туш} = \frac{L \cdot (n-1)}{n \cdot V_{пер}} + \frac{L}{n \cdot \sqrt{W_I^2 - V_{кр}^2}} = \frac{675 \cdot (4-1)}{4 \cdot 30} + \frac{675}{4 \cdot \sqrt{1,2^2 - 0,82^2}} = 228 \text{ мин (3,8 ч)}$$

Участок ВС<sup>1</sup>:

$n - 4$ ;  
 $L - 300$  м;  
 $W_I - 1,2$  м/мин;  
 $V_{пер} - 30$  м/мин;  
 $V_{кр} - 0,82$  м/мин.

$$\tau_{туш} = \frac{L \cdot (n-1)}{n \cdot V_{пер}} + \frac{L}{n \cdot \sqrt{W_I^2 - V_{кр}^2}} = \frac{300 \cdot (4-1)}{4 \cdot 30} + \frac{300}{4 \cdot \sqrt{1,2^2 - 0,82^2}} = 102 \text{ мин (1,7 ч)}$$

Участок ВС<sup>2</sup>:

$n - 4$ ;  
 $L - 375$  м;  
 $W_I - 1,2$  м/мин;  
 $V_{пер} - 30$  м/мин;  
 $V_{кр} - 0,78$  м/мин.

$$\tau_{туш} = \frac{L \cdot (n-1)}{n \cdot V_{пер}} + \frac{L}{n \cdot \sqrt{W_I^2 - V_{кр}^2}} = \frac{375 \cdot (4-1)}{4 \cdot 30} + \frac{375}{4 \cdot \sqrt{1,2^2 - 0,78^2}} = 114 \text{ мин (1,9 ч)}$$

Участок CD:

$n - 3$ ;  
 $L - 525$  м;  
 $W_I - 1,2$  м/мин;  
 $V_{пер} - 30$  м/мин;  
 $V_{кр} - 0,78$  м/мин.

$$\tau_{туш} = \frac{L \cdot (n-1)}{n \cdot V_{пер}} + \frac{L}{n \cdot \sqrt{W_I^2 - V_{кр}^2}} = \frac{525 \cdot (3-1)}{3 \cdot 30} + \frac{525}{3 \cdot \sqrt{1,2^2 - 0,78^2}} = 206 \text{ мин (3,4 ч)}$$

2) Время тушения фланговых и тылового участков кромки пожара захлестыванием + фронтального участка водой из ранцевых огнетушителей:



С учетом разницы скоростей продвижения фронтальной кромки лесного пожара ( $BC^1 - 0,82$  м/мин,  $BC^2 - 0,78$  м/мин) принимается решение разделить 2 бригаду в составе 4 человек (участок  $BC$ ) на две группы по 2 человека.

Участок  $BC^1$ :

$$n = 2;$$

$$L = 300 \text{ м};$$

$$W_l = 3,4 \text{ м/мин};$$

$$V_{пер} = 30 \text{ м/мин};$$

$$V_{кр} = 0,82 \text{ м/мин};$$

$$l_l = 250 \text{ м};$$

$$\tau_{запр} = 5 \text{ мин};$$

$$\tau_{lзапр} = 10 \text{ мин.}$$

Соотношение между числом тушителей и количеством вспомогательных рабочих составит:

$$n_{туш} = \frac{n \cdot \tau_{lзапр}}{\left(\frac{2 \cdot l_l}{V_{пер}} + \tau_{запр}\right) \cdot \left(1 - \frac{V_{кр}}{V_{пер}}\right) + \tau_{lзапр}} = \frac{2 \cdot 10}{\left(\frac{2 \cdot 250}{30} + 5\right) \cdot \left(1 - \frac{0,82}{7,1}\right) + 10} = 0,7 \rightarrow 1 \text{ чел.}$$

$$n_{осн} = n - n_{туш} = 2 - 1 = 1 \text{ чел.}$$

Время тушения участка кромки  $BC^1$ :

$$\tau_{туш}^{BC^1} = \frac{L}{n_{туш} \cdot \sqrt{W_l^2 - V_{кр}^2}} + \frac{L \cdot (n_{туш} - 1)}{n_{туш} \cdot V_{пер}} = \frac{300}{1 \cdot \sqrt{3,4^2 - 0,82^2}} + \frac{300 \cdot (1 - 1)}{1 \cdot 30} = 91 \text{ мин (1,5 ч)}$$

Участок  $BC^2$ :

$$n = 2;$$

$$L = 375 \text{ м};$$

$$W_l = 3,4 \text{ м/мин};$$

$$V_{пер} = 30 \text{ м/мин};$$

$$V_{кр} = 0,78 \text{ м/мин};$$

$$l_l = 150 \text{ м};$$

$$\tau_{запр} = 5 \text{ мин};$$

$$\tau_{lзапр} = 10 \text{ мин.}$$

$$n_{туш} = \frac{n \cdot \tau_{lзапр}}{\left(\frac{2 \cdot l_l}{V_{пер}} + \tau_{запр}\right) \cdot \left(1 - \frac{V_{кр}}{V_{пер}}\right) + \tau_{lзапр}} = \frac{2 \cdot 10}{\left(\frac{2 \cdot 150}{30} + 5\right) \cdot \left(1 - \frac{0,78}{7,1}\right) + 10} = 0,8 \rightarrow 1 \text{ чел.}$$

$$n_{осн} = n - n_{туш} = 2 - 1 = 1 \text{ чел.}$$

$$\tau_{туш}^{BC^2} = \frac{L}{n_{туш} \cdot \sqrt{W_l^2 - V_{кр}^2}} + \frac{L \cdot (n_{туш} - 1)}{n_{туш} \cdot V_{пер}} = \frac{375}{1 \cdot \sqrt{3,4^2 - 0,82^2}} + \frac{375 \cdot (1 - 1)}{1 \cdot 30} = 114 \text{ мин (1,9 ч)}$$

Таким образом, время, затраченное на локализацию лесного пожара на участках фронтальной кромки  $BC^1$  и  $BC^2$ , составит 1,9 ч. (с учетом одновременной работы двух групп).

Суммарная производительность бригады из 2 групп при выполнении операций по заданному направлению (участки  $BC^1$  и  $BC^2$ ):

$$W_{бр}^{BC} = \frac{n \cdot V_{пер} \cdot W_1}{V_{пер} + (n-1) \cdot W_1} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 3,4}{30 + (2-1) \cdot 3,4} = 6,1 \text{ м/мин}$$

Участок CD:

$n = 3$ ;

$L = 525$  м;

$W_1 = 3,4$  м/мин;

$V_{пер} = 30$  м/мин;

$V_{кр} = 0,78$  м/мин.

$l_1 = 250$  м;

$\tau_{запр} = 5$  мин;

$\tau_{1запр} = 10$  мин.

$$n_{туш} = \frac{n \cdot \tau_{1запр}}{\left(\frac{2 \cdot l_1}{V_{пер}} + \tau_{запр}\right) \cdot \left(1 - \frac{V_{кр}}{V_{пр}}\right) + \tau_{1запр}} = \frac{3 \cdot 10}{\left(\frac{2 \cdot 250}{30} + 5\right) \cdot \left(1 - \frac{0,78}{7,1}\right) + 10} = 0,97 \rightarrow 1 \text{ чел.}$$

$$n_{всп} = n - n_{туш} = 3 - 1 = 2 \text{ чел.}$$

$$\tau_{туш}^{CD} = \frac{L}{n_{туш} \cdot \sqrt{W_1^2 - V_{кр}^2}} + \frac{L \cdot (n_{туш} - 1)}{n_{туш} \cdot V_{пер}} = \frac{525}{2 \cdot \sqrt{3,4^2 - 0,78^2}} + \frac{525 \cdot (2-1)}{2 \cdot 30} = 89 \text{ мин (1,5 ч)}$$

Таблица 6.2

Общие затраты времени на тушение лесного пожара (ч.)

Участок кромки / протяженность участка, м	Остановка распространения кромки пожара, ч.	
	захлестывание	захлестывание + водой из лесных огнетушителей
EF / 150	0,9	0,9
AB / 675	3,8/4,7	3,8/4,7
BC <sup>B1</sup> / 300	1,7	1,5
BC <sup>B2</sup> / 375	1,9/3,6	1,9/1,9*
CD / 525	3,4	1,5

Примечание: \* работы по локализации фронтальной кромки на участках BC<sup>1</sup> и BC<sup>2</sup> проводятся одновременно

Таким образом, согласно оперативному плану тушения лесной пожар силами и средствами работников ПХС-3 будет локализован к 23.00 23.05.

## Приложение 6

Таблица 1

Скорость тушения кромки пожара одним рабочим в зависимости от лесорастительных условий, м/мин (Указания по обнаружению и тушению лесных пожаров от 30.06.95 № 100)

Способ тушения	Группа типов леса				Высота пламени, м
	зеленомошная	лишайниковая	травяная	багульниковая (кустарничковая)	
<i>Методом непосредственного тушения</i>					
Захлестывание	2,0	6,5	4,0	1,0	до 0,5
Водой из лесных огнетушителей РЛО-6, РЛО-М, ОР	3,4	4,5	6,2	2,3	до 1,0
Растворами химикатов из лесных огнетушителей	4,1	5,2	7,5	3,1	–
Засыпка грунтом	0,3	0,8	1,5	-	до 0,5
<i>Косвенным методом</i>					
Создание заградительной полосы взрывчатыми материалами (ПШ-13-20, ЭШ-1П)	4,0	5,2	6,0	2,5	-
Отжиг захламленных участков	-	1,2	2,5	-	-
Создание опорной полосы шириной до 0,75 м вручную (лопатой, граблями, мотыгой)	0,8	1,2	1,5	0,5	-

Таблица 2

Скорость тушения кромки пожара различными средствами пожаротушения  
(на одну машину или одного рабочего при ручных работах), м/ч  
(Указания по обнаружению и тушению лесных пожаров от 30.06.95 № 100)

Наименование средств тушения	Наименование работ в	Интенсивность пожара		
		высокая	средняя	низкая
Лесопожарный вездеход ВПЛ-149, ВПЛ-149А, ВПЛ-6 Лесопожарная автоцистерна АЦ-30(66)-146, АЦ-30(66-11) мод.184А, АЛП-10(88)-221 Мотопомпы: МЛП-0,2; ПЛВ-2/1,2,	Тушение кромки пожара водой при расстоянии от водоисточника до 1 км	1200	2000	4000
	То же	200-400	400-600	600-1000
	Тушение водой	300	500	750

МЛН-2,5/0,25	Тушение кромки пожара водой при подноске воды на расстояние до 100 м:			
Лесной огнетушитель РЛО-6, РЛО-М				
Лопаты	а) при низовом устойчивом пожаре	20-40	40-80	80-150
	б) при беглом низовом пожаре	30-50	50-100	100-200
Подручные средства (пучки ветвей и др.)	Засыпка кромки пожара грунтом из прикопок	15-30	20-40	40-70
	Захлестывание пламени на кромке пожара:			
	а) при низовом устойчивом пожаре	10-20	20-50	50-120
	б) при низовом беглом пожаре	15-30	30-60	60-220

*Примечание.* Различия в производительности труда при одной и той же интенсивности пожара могут быть обусловлены неодинаковыми условиями (трудностью) тушения (захламленностью участка, запасом и видом горючего материала, рельефом и т.п.).

Производительность при создании заградительных и опорных полос различными средствами пожаротушения (м/ч на одну машину или одного рабочего при ручных работах) (*Указания по обнаружению и тушению лесных пожаров от 30.06.95 № 100*)

Наименование средств тушения	Наименование работ	Уклон местности, град	
		до 12	13-24
Бульдозер при мощности двигателя, л.с.: 100 160	Устройство заградительной минерализованной полосы на ширину захвата рабочего органа	300-500	150-300
		500-1000	250-500
Фрезерный полосопрокладыватель (ПФ-1 и др.)	То же	2100	1200
Пожарные машины и агрегаты ТЛП-55, ТЛП-4, ВПЛ-149, АЦЛ-147, АЛП-15 мод. 177 и др.	То же	800-1200	
Плуги (ПКЛ-70-4, ПЛ-1 и др.)	Устройство заградительной минерализованной полосы на ширину плуга	800-1500	300-800
Взрывчатые материалы: а) накладные шланговые заряды б) шнуровые заряды	Устройство заградительной минерализованной полосы	120-150	80-120
	То же	30-50	20-30
Лопаты, мотыга	Устройство канавки (шириной 0,3-0,4 м, глубиной 0,1-0,3 м) для удержания кромки пожара или пуска отжига	30-50	15-30
Грабли	Устройство минерализованной полосы шириной 0,75 м (путем сгребания листвы, подстилки или лишайника) для удержания кромки пожара или пуска отжига	90-150	60-90
Зажигательный аппарат (АЗ)	Производство отжига от опорной полосы	900-1200	600-900

*Примечание.* Различия в производительности труда при создании минерализованных полос, наряду с крутизной склона, обусловлены разным механическим составом почвы; степенью захламленности участка и т.д.

### Практическая работа № 7. Определение ущерба, причиненного лесным пожаром

**Цель:** освоить методику расчета общих потерь древесины и проведения денежной оценки этих потерь.

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 лесопользования; расходы на тушение лесных пожаров,

- стоимость сгоревших объектов и готовой продукции в лесу (снижение стоимости объектов и готовой продукции, повреждённых пожаром);
- расходы на расчистку горельников и дополнительные санитарные рубки в насаждениях, повреждённых лесными пожарами;
- ущерб от снижения почвозащитных, санитарно-гигиенических, водоохраных и других средообразующих функций леса;
- ущерб от загрязнения воздушной среды продуктами горения;
- ущерб от гибели животных и растений, включая занесённых в Красную книгу Российской Федерации.

Учёт повреждений, определение потерь древесины и иных потерь производится непосредственно после ликвидации пожара. С этой целью в установленном порядке определяются и уточняются местонахождение и величина выгоревшей площади (в том числе лесной и покрытой лесной растительностью), преобладающая порода и средний её диаметр в повреждённых огнём древостоях, составляется схематический чертёж пожарища с привязкой его границ к ближайшим просекам или другим ориентирам.

На планово-картографический материал наносятся контуры пожара и уточняются пройденные огнём площади молодняков естественного происхождения, сомкнувшихся и несомкнувшихся лесных культур, площадей, пройденных содействием естественному возобновлению. Выявляется возможность разработки горельника, вывозки и реализации заготовленной древесины не позднее одного года после пожара.

По степени повреждения или сгорания отдельных частей деревьев и различных компонентов фитоценоза определяется вид и интенсивность пожара. При этом, если не менее 30% площади пожарища пройдено другим видом пожара, учёт ущерба определяется по каждому его виду.

В расчётах ущерба от лесного пожара используются действующие региональные ставки лесных податей, лесотаксационные и экономические нормативы.

Сведения об ущербе, нанесённом лесным пожаром, указываются в Протоколе о лесном пожаре, Книге регистрации лесных пожаров и статистической отчётности о лесных пожарах.

**Определение стоимости потерь древесины. Потери древесины (II) возникают вследствие сгорания и отмирания после пожара части деревьев в насаждениях, повреждённых огнём. Потери древесины (III) в процентах от общего корневого запаса древесины (KЗ) определяются с учётом вида пожара, его интенсивности, преобладающей породы в насаждении и её среднего диаметра.**

Общий корневой запас древесины на пройденной пожаром площади, средний диаметр преобладающей породы поврежденного огнем древостоя определяются по материалам лесоустройства, а при их отсутствии – глазомерно (путём осмотра пройденных пожаром древостоев).

Если пожар охватил насаждения, состоящие из нескольких таксационных выделов, и площадь пожара не превышает размера одного квартала, общие потери древесины определяются как сумма потерь, рассчитанных по каждому выделу. Они вычисляются исходя из общего запаса древесины на выделе или его части и процента потерь запаса. Расчёты производятся по преобладающей породе с учётом её диаметра.

$$P_6 = \frac{KЗ_6 \cdot III}{100} \quad (6.1)$$

где:  $P_6$  – потери древесины по выделу, м<sup>3</sup>;

$KЗ$  – общий корневой запас древесины на пройденной пожаром площади (по выделу, см. таксационное описание), м<sup>3</sup>;

$III$  – процент потери древесины, % (прил. 7, табл. 3).

Если пожар охватил насаждения нескольких кварталов или их частей, потери древесины вычисляются по кварталам или их частям, которые затем суммируются. В этом случае в целом для каждого квартала или его части определяются корневой запас древесины, преобладающая порода и её средневзвешенный диаметр на высоте груди. При его определении в качестве веса используется корневой запас древесины.

$$P = \sum \frac{KZ_{\text{ср}} \cdot ПП}{100} \quad (6.2)$$

где:  $P$  – потери древесины, м<sup>3</sup>;

$KZ$  – общий корневой запас древесины на пройденной пожаром площади (см. таксационное описание), м<sup>3</sup>;

$ПП$  – процент потери древесины, % (прил. 7, табл. 3).

Стоимость потерь древесины ( $СП$ ) определяется путём умножения средней ставки одного обезличенного кубометра корневого запаса древесины преобладающей породы ( $C_{\text{ср}}$ ) на величину потерь древесины (количество сгоревшей древесины и последующего её отпада).

$$СП = C_{\text{ср}} \cdot P \quad (6.3)$$

где:  $C_{\text{ср}}$  – средней ставки одного обезличенного кубометра корневого запаса древесины преобладающей породы, руб./м<sup>3</sup>;

$P$  – потери древесины, м<sup>3</sup>;

Средняя ставка одного обезличенного кубометра корневого запаса древесины определяется путём умножения действующей ставки лесных податей за деловую древесину сосны средней категории крупности по второму разряду такс ( $C_{\text{д}}$ ) на поправочный коэффициент ( $K$ ). Поправочные коэффициенты дифференцированы по породам, среднему диаметру насаждения на высоте груди и разряду такс.

$$C_{\text{ср}} = C_{\text{д}} \cdot K \quad (6.4)$$

где:  $C_{\text{д}}$  – действующей ставки лесных податей за деловую древесину сосны средней категории крупности по второму разряду такс, руб./м<sup>3</sup> (прил. 7, табл. 1);

В случаях, когда возможен сбыт повреждённой пожаром древесины, из величины ущерба, рассчитанного изложенным выше способом, вычитается стоимость древесины на корню, возможной для сбыта, с применением действующих ставок лесных податей.

*Ущерб от повреждения лесным пожаром молодняков естественного и искусственного происхождения, несомкнувшихся лесных культур и подрост на площадях, пройденных мерами содействия естественному возобновлению. Культуры, хвойные молодняки естественного происхождения и хвойный подрост на площадях, пройденных мерами содействия естественному возобновлению, повреждаются лесными пожарами до полной гибели на всей площади, пройденной огнём. Лиственные молодняки и их подрост при пожарах слабой, средней и сильной интенсивностях повреждаются на 25, 50 и 100 %, соответственно.*

Ущерб при повреждении культур, молодняков естественного происхождения и подрост на площадях, пройденных мерами содействия естественному возобновлению (в дальнейшем именуется молодняков), определяется на базе нормативов затрат на выращивание одного гектара молодняков до возраста смыкания крон. Нормативы затрат утверждаются органами государственной власти субъектов Российской Федерации по представлению органов управления лесным хозяйством в соответствующих субъектах Российской Федерации.

При расчёте ущерба от повреждения молодняков учитывается возраст повреждённых молодняков путём умножения норматива затрат на выращивание одного гектара молодняков до возраста смыкания крон на соответствующий коэффициент.

$$Y_m = \frac{HЗ \cdot ПП \cdot K \cdot S}{100} \quad (6.5)$$

где:  $Y_m$  – ущерб от повреждения молодняков, руб.;

$HЗ$  – норматив затрат на выращивание одного гектара молодняков до возраста смыкания крон, руб./га (установлен в размере 800 руб./га);

$K$  – коэффициент к затратам на лесовосстановление для учета возраста поврежденных (погибших) молодняков (прил. 7, табл. 5)

$ПП$  – процент поврежденности молодняка, %.

$S$  – площадь, пройденная пожаром

**Ущерб от повреждения лесным пожаром ресурсов побочного лесопользования. Ущерб от повреждения лесным пожаром ресурсов побочного лесопользования рассчитывается как сумма ущербов, определяемых по каждому повреждаемому ресурсу побочного лесопользования. Ущерб от повреждения отдельного ресурса побочного лесопользования определяется как произведение трёх сомножителей:**

- ставки лесных податей, за единицу лесного ресурса;
- величины эксплуатационного урожая на один гектар;
- эксплуатационной площади, на которой повреждён соответствующий ресурс.

Впредь до разработки нормативов эксплуатационной урожайности ресурсов побочного лесопользования, ставок лесных податей за ресурсы побочного лесопользования и нормативов повреждаемости ресурсов побочного лесопользования лесными пожарами размер ущерба от повреждения ресурсов побочного лесопользования принимается на уровне 5% от суммарной стоимости потерь древесины и ущерба от повреждения молодняков искусственного и естественного происхождений.

**Суммарный ущерб, причинённый лесным пожаром. Суммарный ущерб, причинённый лесным пожаром, включает стоимость сгоревшей и поврежденной древесины на корню, ущерб от повреждения молодняков естественного и искусственного происхождений, ущерб, причинённый ресурсам побочного пользования, расходы на тушение лесного пожара, ущерб от повреждения и уничтожения объектов в лесу, расходы на расчистку горельников, затраты на проведение дополнительных выборочных и санитарных рубок в насаждениях, пройденных пожаром, ущерб от снижения почвозащитных, санитарно-гигиенических, водоохраных и других средообразующих функций леса, ущерб от загрязнения атмосферы продуктами горения, ущерб от гибели животных и растений, включая занесённых в Красную книгу Российской Федерации.**

Затраты и убытки, которые несут другие отрасли народного хозяйства в результате действия лесных пожаров (временное прекращение судоходства, полетов авиации, замедление (прекращение) автомобильного и железнодорожного движения, свертывание деятельности изыскательских партий, домов и лагерей отдыха, туристических баз), могут включаться в общий ущерб от лесных пожаров при представлении лесничеству или вышестоящему органу управления лесным хозяйством справок о понесённых убытках, оформляемых в установленном порядке. Указанные убытки в протокол о лесном пожаре не включаются и учитываются органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации при определении общего ущерба от лесных пожаров.

**Задача 6.** Низовым беглым пожаром слабой интенсивности частично пройдены насаждения в трех таксационных выделах с корневым запасом древесины, равным (табл. 7.1): выдел 1 – 91 м<sup>3</sup>, выдел 2 – 949 м<sup>3</sup>, выдел 6 – 88 м<sup>3</sup>. На первом выделе преобладающей породой является береза при среднем диаметре на высоте груди равном 26 см (Б – 91 м<sup>3</sup>), на втором



выделе — лиственница с диаметром, равным 16 см, ель и береза с диаметрами, равными 16 см, соответственно (Л – 474, Е – 190, Б – 190, К – 95 м<sup>3</sup>), на шестом выделе – береза с диаметром, равным 20 см, и осина с диаметром, равным 20 см (Б – 53 м<sup>3</sup>, ОС – 35 м<sup>3</sup>).

Разряд такс – третий (расстояние вывозки составляет от 25,1 до 40 км).

Действующие в лесхозе ставки лесных податей за деловую древесину по третьему разряду такс (прил. 7, табл. 1) приведены в табл. 6.1.

Поправочные коэффициенты к ставке лесных податей при расстоянии вывозки от 25,1 до 40 км (прил. 6, табл. 4) приведены в табл. 7.1.

Рассчитать потери древесины и оценить ущерб от потерь древесины.

1. Процент потерь древесины составляет (прил. 6, табл. 3):

для березы с диаметром 26 см (выдел 1) – 7%;

для березы с диаметром 20 см (выдел 6) – 12%;

для березы с диаметром 16 см (выдел 2) – 17%;

для осины с диаметром 20 см (выдел 6) – 0%;

для лиственницы с диаметром 16 см (выдел 2) – 5%;

для ели с диаметром 16 см (выдел 2) – 20%;

для кедра с диаметром 16 см (выдел 2) – 15%.

2. Потери древесины в кубометрах с учетом площадей выделов, пройденных пожаром, составят:

по выделу 1 (52% площади)

$$P_1 = \frac{KZ_1 \cdot ПП}{100} = \frac{91 \cdot 7}{100} = 6,4 \text{ м}^3 \rightarrow 3,3 \text{ м}^3$$

по выделу 2 (43% площади)

для лиственницы

$$P_2^L = \frac{KZ_2^L \cdot ПП}{100} = \frac{474 \cdot 5}{100} = 24 \text{ м}^3 \rightarrow 10,3 \text{ м}^3$$

для ели

$$P_2^E = \frac{KZ_2^E \cdot ПП}{100} = \frac{190 \cdot 20}{100} = 38 \text{ м}^3 \rightarrow 16,3 \text{ м}^3$$

для березы

$$P_2^B = \frac{KZ_2^B \cdot ПП}{100} = \frac{190 \cdot 17}{100} = 32,3 \text{ м}^3 \rightarrow 14 \text{ м}^3$$

для кедра

$$P_2^K = \frac{KZ_2^K \cdot ПП}{100} = \frac{95 \cdot 15}{100} = 14,3 \text{ м}^3 \rightarrow 6,1 \text{ м}^3$$

$$P_2 = P_2^L + P_2^E + P_2^B + P_2^K = 10,3 + 16,3 + 14 + 6,1 = 46,7 \text{ м}^3$$

по выделу 6 (12% площади)

$$P_6 = \frac{KZ_6 \cdot ПП}{100} = \frac{53 \cdot 12}{100} = 6,4 \text{ м}^3 \rightarrow 0,8 \text{ м}^3$$

$$P = P_1 + P_2 + P_6 = 3,3 + 46,7 + 0,8 = 51 \text{ м}^3$$

Таким образом, общие потери древесины преобладающих пород в пределах выделов, пройденных пожаром, составят 51 м<sup>3</sup>.

3. Ущерб от потерь древесины составит:

по выделу 1

$$СП_1 = C_{cp} \cdot P_1 = 35,10 \cdot 0,32 \cdot 3,3 = 37 \text{ руб.}$$

по выделу 2

для лиственницы

$$СП_2^Л = C_{cp} \cdot П_2^Б = 55,80 \cdot 0,37 \cdot 10,3 = 213 \text{ руб.}$$

для ели

$$СП_2^Е = C_{cp} \cdot П_2^Е = 63,54 \cdot 0,47 \cdot 16,3 = 487 \text{ руб.}$$

для березы

$$СП_2^Б = C_{cp} \cdot П_2^Б = 35,10 \cdot 0,20 \cdot 14 = 98,3 \text{ руб.}$$

для кедра

$$СП_2^K = C_{cp} \cdot П_2^K = 83,88 \cdot 0,53 \cdot 6,1 = 271,2 \text{ руб.}$$

$$СП_2 = СП_2^Л + СП_2^Е + СП_2^Б + СП_2^K = 213 + 487 + 98,3 + 271,2 = 1069,5 \text{ руб.}$$

по выделу 6 (12%)

$$СП_6 = C_{cp} \cdot П_6 = 35,10 \cdot 0,25 \cdot 0,8 = 7 \text{ руб.}$$

Итого по пожару: 1113,5 руб.

## Таксационное описание выделов

№ выдела	Площадь, га	Состав	Элемент леса	Диаметр	Бонитет	Тип леса ТЛУ	ОПГ В,О/Л	Полнота	Запас сыро-раст. леса, лес. м <sup>3</sup>			Класс товарности	Ставки лесных податей за деловую древесину руб./м <sup>3</sup>	Поправочный коэффициент к ставке лесных податей
									на 1 га	общий на выдел	в т.ч. по составляющим			
Асиновское лесничество														
Мало-Юксинское участковое лесничество/ урочище «Новониколаевское»														
Квартал 84 (эксплуатационные леса)														
1	28	3С1Е6Б+ОС+Л+К	С Е Б ОС Л К	12 12 12	3	В	Тв/Пл	0,8	11	308	92 31 185			
2	38	4Е1С4Б1ОС+Л	Е С Б ОС Л	18 18 18 18	3	ТБ	Тв/Бм <sub>1</sub>	0,8	16	608	243 61 243 61	1 1 2 2		
3	8,5	7С1Л2Б	С Л Б	12 12 12	5	СФ	Бм <sub>1</sub>	0,6	8	68	47 7 14	1 1 2		
4	18	8Б2Е+С	Б Е С	14 14	4	ТБ	Тв/Бм <sub>1</sub>	0,7	8	146	117 29	2 1		
5	10,9	4С2Е1Л1К2Б	С Е Л К Б	16 16 16 16 16	4	В	Тв/Пл	0,6	13	142	57 29 14 14 28	1 1 1 1 2		
6	0,6	8Б1Е1С	Б Е С	8 8 8	5	ТБ	Тв/Бм <sub>1</sub>	0,4	3	2	2	2		

Продолжение табл. 7.1

Квартал 85 (эксплуатационные леса)														
4	10,1	5С5Б+ОС подлесок: Р, редкий	С Б ОС	20 20	2	РТ	Рх	0,6	13	131	66 65	1 2		
Асиновское участковое лесничество/урочище «Филимоновское»														
Квартал 10 (эксплуатационные леса)														
1	13	10Б+ОС подрост: 8Е2ОС, благонадежный подлесок: АЖ ЧР, редкий	Б ОС	26	3	РТ	Рх/Пл	0,4	7	91	91	3	35,10	0,32
2	73	5Л2Е1К2Б подлесок: ИВК СПР, густой	Л Е К Б	16 16 16 16	4	МШ	Вл	0,6	13	949	474 190 95 190	1 1 1 2	55,80 63,54 83,88 35,10	0,37 0,47 0,53 0,20
3	5	3Л2Е5Б	Л Е Б	10 10 10	5	МШ	Вл	0,5	4	20	6 4 10			
4	13	8Е2Б+К	Е Б К	12 12	4	СФ	Бм <sub>1</sub>	0,8	10	130	104 26			
5	3,2	3Л2Е5Б	Л Е Б	10 10 10	5	МШ	Вл	0,5	4	13	4 3 6			
6	11	6Б4ОС <i>ОС, средняя поврежденность, трутовик ложный</i>	Б ОС	20 20	2	РТ	Рх/Пл	0,4	8	88	53 35	2 2	35,10 7,38	0,25 0,04
7	6	8Б2ОС <i>ОС, средняя поврежденность, трутовик ложный</i>	Б ОС	28 28	3	РТ	Рх/Пл	0,5	13	78	62 16	2 3		
8	42	3Л2Е1К4Б	Л Е К Б	14 14 14 14	4	МШ	Вл	0,8	15	630	189 126 63 252			

Продолжение табл. 7.1

9	6,4	4Л2Е4Б	Л Е Б	10 10 10	5	МШ	Вл	0,5	5	32	13 6 13			
10	1	3Л2Е5Б	Л Е Б	10 10 10	5	МШ	Вл	0,4	5	5	2 1 2			
11	10	5Л4Е1К+Б	Л Е К Б	18 18 18	4	МШ	Вл	0,8	19	190	95 76 19	1 1 1		
12	15	7Л2Е1К+Б подрост: 3К5Л2Е, благонадежный подресок: ИВК, средний	Л Е К Б	26 24 22	3	МШ	Вл	0,7	19	285	199 57 29	1 1 1		
13	9	3Л2Е5Б	Л Е Б	16 16 16	4	МШ	Вл	0,6	11	99	30 20 49	1 1 2		
14	9	6Л2Е1К1Б	Л Е К Б	14 14 14 14	5	МШ	Вл	0,8	15	135	81 27 14 13	1 1 1 2		
15	7,2	8Б2ОС	Б ОС	16 16	2	РТ	Рх/Пл	0,8	13	94	75 19	2 2		
16	1,4	7Б3ОС подресок: АЖ Р, редкий ОС, средняя поврежденность, трутовик ложный	Б ОС	20 20	2	РТ	Рх/Пл	0,6	12	17	12 5	2 3		
17	1,6	8Б2ОС	Б ОС	16 16	2	РТ	Рх/Пл	0,7	11	18	14 4	2 2		
18	3,9	8Б2ОС подресок: Р ЧР АЖ, средний	Б ОС	20 20	3	РТ	Рх/Пл	0,3	5	20	16 4	2 2		
19	8,8	5Л5Е подресок: СПР ЧР ИВК, средний	Л Е	16 16	4	МШ	Вл	0,7	17	150	75 75	1 1		



Продолжение табл. 7.1

Квартал 11 (эксплуатационные леса)														
1	16	5Л2Е1К2Б	Л Е К Б	16 16 16 16	4	МШ	Вл	0,6	13	208	104 42 21 41	1 1 1 2		
2	3,4	5Е5Л+С+К	Е Л С К	14 14	5	ТБ	ТВ/Бм <sub>1</sub>	0,7	12	41	21 20	1 1		
3	18	3К5Л2Е	К Л Е	16 16 16	4	ТБ	ТВ/Бм <sub>1</sub>	0,6	12	216	65 108 43			
8	25	6Л2Е1К1Б	Л Е К Б	14 14 14 14	5	МШ	Вл	0,8	15	375	225 75 38 37	1 1 1 2		
9	9	7Л3Е	Л Е	14 14	5	МШ	Вл	0,6	13	117	82 35	1 1		
10	3	3Л3Е4Б	Л Е Б	10 10 10	5	МШ	Вл	0,5	4	12	4 3 5			
14	13	5Л4Е1К+Б	Л Е К Б	14 14 14	5	МШ	Вл	0,6	10	130	65 52 13	1 1 1		
15	17	8Л1К1Е+Б	Л К Е Б	10 10 10	5	СФ	Бм <sub>1</sub>	0,7	7	119	95 12 12			
17	0,1	Просеки квартальные ширина 0,5 м, протяженность 1,2 км, чистая												

Примечание. Состав: С – сосна, Е – ель, Л – лиственница, К – кедр, Б – береза, ОС – осина (3К5Л2Е: 30% кедр, 50% лиственница, 20% ель).  
ТЛУ (тип лесорастительных условий): В – ветвиловый, ТБ – травяно-болотный, СФ – сфагновый, РТ – разнотравный, МШ – мшистый.

## Приложение 7

### Таблица 1

Ставки платы за единицу объёма лесных ресурсов, находящегося в федеральной собственности

Породы лесных насаждений*	Разряды такс.	Расстояние вывозки, км	Ставка платы, рублей за один плотный м <sup>3</sup>			
			деловая древесина без коры**			дровяная древесина (в коре)
			крупная	средняя	мелкая	
Сосна	1	до 10,0	126,72	90,54	45,36	2,88
	2	10,1-25,0	115,20	82,44	41,40	2,88
	3	25,1-40,0	97,92	69,84	35,10	2,52
	4	40,1-60,0	75,06	53,28	27,36	2,52
	5	60,1-80,0	57,24	41,40	20,70	1,44
	6	80,1-100,0	46,26	33,30	16,56	1,44
	7	100,1 и более	34,74	24,84	12,60	1,08
Кедр	1	до 10,0	152,28	108,54	54,36	4,14
	2	10,1-25,0	138,24	98,64	49,14	4,14
	3	25,1-40,0	117,90	83,88	41,76	2,88
	4	40,1-60,0	89,46	64,26	32,22	2,52
	5	60,1-80,0	69,48	49,14	24,84	1,44
	6	80,1-100,0	55,44	39,24	19,62	1,44
	7	100,1 и более	41,40	29,52	15,12	1,08
Лиственница	1	до 10,0	101,16	72,36	36,18	2,88
	2	10,1-25,0	91,98	65,70	33,30	2,52
	3	25,1-40,0	77,94	55,80	28,08	2,52
	4	40,1-60,0	59,76	42,84	21,06	1,44
	5	60,1-80,0	46,26	33,30	16,56	1,44
	6	80,1-100,0	37,26	26,28	12,96	1,08
	7	100,1 и более	28,08	19,62	9,90	1,08
Ель, пихта	1	до 10,0	114,12	81,72	41,40	2,88
	2	10,1-25,0	103,50	73,80	37,26	2,88
	3	25,1-40,0	87,84	63,54	30,96	2,52
	4	40,1-60,0	67,32	48,78	23,58	1,44
	5	60,1-80,0	51,66	37,26	19,26	1,44
	6	80,1-100,0	41,40	29,52	15,12	1,08
	7	100,1 и более	30,96	22,14	11,52	1,08
Берёза	1	до 10,0	63,54	45,36	23,22	3,78
	2	10,1-25,0	57,24	41,40	20,70	3,78
	3	25,1-40,0	49,14	35,10	16,92	2,88
	4	40,1-60,0	37,62	27,36	12,96	2,52
	5	60,1-80,0	28,80	20,70	10,80	2,16
	6	80,1-100,0	23,22	16,56	8,10	1,44
	7	100,1 и более	16,92	12,60	6,66	1,08
Осина, ольха белая, тополь	1	до 10,0	12,6	9,18	5,22	0,36
	2	10,1-25,0	11,52	8,10	4,14	0,36
	3	25,1-40,0	9,90	7,38	2,88	0,36
	4	40,1-60,0	7,38	5,58	2,52	0,36
	5	60,1-80,0	5,58	4,14	2,52	0,14
	6	80,1-100,0	5,22	2,88	1,44	0,14
	7	100,1 и более	2,88	2,52	1,44	0,11
Ольха чёрная	1	до 10,0	38,34	27,36	14,04	1,08
	2	10,1-25,0	34,74	24,84	12,60	1,08
	3	25,1-40,0	29,52	21,78	10,80	1,08
	4	40,1-60,0	22,86	16,56	8,10	1,08
	5	60,1-80,0	17,82	12,60	6,66	1,08
	6	80,1-100,0	14,04	9,90	5,22	0,36
	7	100,1 и более	10,80	7,74	4,14	0,36

*Примечание:* \* – породы лесных насаждений, за исключением пород лесных насаждений, заготовка древесины которых в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 15 марта 2007 г. № 162 «Об утверждении перечня видов (пород) деревьев и кустарников, заготовка древесины которых не допускается» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2007, № 13, ст. 1580) не допускается.

\*\* – к деловой крупной древесине относятся отрезки ствола диаметром в верхнем торце без коры от 25 см и более, к средней – диаметром от 13 до 24, к мелкой – диаметром от 3 до 12 см.



## Основные признаки для определения вида лесного пожара и его интенсивности

Вид и интенсивность пожара	Классы пожарной опасности погоды	Основные виды горючих материалов, их характеристика и особенности пожара
Низовой беглый: слабая	I–II	В основном сгорает усохшая трава, лишайник или опад листвы. Высота нагара на стволах – до 1 м, скорость распространения до 1 м/мин., высота пламени до 0,5 м, сгоревший запас опада (в абсолютно сухом состоянии) – до 0,3 кг/м <sup>2</sup>
средняя	III	Высота нагара на стволах – 1-2 м, скорость распространения – 1-3 м/мин., высота пламени – 0,5-1,5 м, сгоревший запас опада 0,3-0,5 кг/ м <sup>2</sup>
сильная	IV	Высота нагара на стволах – более 2 м, скорость распространения свыше 3 м/мин., высота пламени – более 1,5 м, сгоревший запас – свыше 0,5 кг/ м <sup>2</sup>
Низовой устойчивый: слабая	II	Кроме неразложившегося опада (ветошь, листва и т.д.) дополнительно сгорает живой надпочвенный покров и верхний слаборазложившийся слой подстилки (А <sup>0</sup> )
средняя	III	Дополнительно сгорает полуразложившийся слой подстилки (А <sup>0</sup> ), а вокруг комлевой части стволов и валежа она прогорает до минеральной почвы
сильная	IV–V	Подстилка сплошь сгорает до минеральных горизонтов почвы. Наблюдается вывал отдельных деревьев
Почвенный (почвенно-торфяной): слабая	III	Сфагнум сгорает на глубину до 7 см, между корневыми лапами торф прогорает на 30-40 см. Остаются отдельные участки несгоревшего сфагнума и багульника размером от 3 до 200 м <sup>2</sup>
средняя	IV	Кроме сфагнума сгорает торф на глубину до 25 см. У большинства стволов вокруг их комлевой части торф сгорает до минеральных слоёв почвы. Отдельные деревья вываливаются. Пожар имеет многоочаговый характер
сильная	IV–V	Торфяные слои сгорают сплошь до минеральной части почвы. Наблюдается массовый вывал деревьев
Верховой: слабая	III	Возникает в хвойных насаждениях со слабой сомкнутостью полога или в состав которых входят лиственница и лиственные породы с долей участия более трёх единиц. Пожаром повреждаются участки с групповым расположением хвойных пород. Причём, огонь по кронам распространяется снизу вверх и в основном за счёт поддержки низового пожара
средняя	IV	Верховой огонь по кронам древостоя распространяется также и горизонтально и часто опережает кромку низового пожара. Большая часть древостоя повреждается верховым пожаром
сильная	V	Полог древостоя сгорает сплошь или остается несгоревшим только пятнами в отдельных местах

*Примечание:* другим признаком интенсивности пожаров может служить также величина невыгоревших участков в процентах от общей площади пожарища. Для пожаров всех видов составляет: при слабой интенсивности – более 15, при средней – от 6 до 15 и при сильной – менее 6%.

## Потери древесины на корню при пожарах

Номер строки	Вид пожара и его интенсивность	Средний диаметр, см	Процент (от общего запаса) отмершей древесины и ожидаемого последующего отпада по породам							
			лиственница	сосна	кедр	ель	пихта	берёза	осина	твёрдолиственные породы
Низовой беглый										
1	слабая	12-16	5	10	15	20	25	17	7	–
2		17-24	–	5	10	15	20	12	–	–
3		25-32	–	–	5	10	15	7	–	–
4		33 и более	–	–	–	5	10	5	–	–
5	средняя	12-16	10	15	20	30	35	25	12	5
6		17-24	5	10	15	25	30	20	7	–
7		25-32	–	5	10	20	25	15	–	–
8		33 и более	–	–	5	15	20	10	–	–
9	сильная	12-16	15	20	30	50	55	40	18	10
10		17-24	10	15	25	35	40	30	12	5
11		25-32	5	10	20	30	35	25	7	–
12		33 и более	–	–	15	25	30	20	–	–
Низовой устойчивый										
13	слабая	12-16	20	30	50	80	85	55	25	15
14		17-24	25	25	40	70	75	45	20	10
15		25-32	10	20	30	50	60	35	15	5
16		33 и более	5	15	25	35	50	30	5	–
17	средняя	12-16	30	40	60	90	95	65	35	20
18		17-24	25	35	50	60	85	55	30	15
19		25-32	20	30	40	70	75	45	25	10
20		33 и более	10	20	35	60	70	40	15	5
21	сильная	12-16	55	65	85	100	100	90	60	40
22		17-24	40	50	70	95	100	80	45	35
23		25-32	30	40	60	80	85	70	35	25
24		33 и более	20	25	50	75	80	60	20	15
Почвенный (почвенно-торфяной)										
25	слабая	12-16	65	70	80	90	95	85	–	–
26		17-24	60	65	75	80	90	80	–	–
27		25-32	50	55	70	75	85	75	–	–
28		33 и более	35	40	60	65	80	65	–	–
25	средняя	12-16	80	85	95	100	100	100	–	–
26		17-24	70	75	80	95	100	95	–	–
27		25-32	65	70	75	90	95	90	–	–
28		33 и более	50	55	70	85	90	80	–	–
25	сильная	12-16	100	100	100	100	100	100	100	–
26		17-24	100	100	100	100	100	100	100	–
27		25-32	95	95	95	100	100	100	95	–
28		33 и более	90	90	90	100	100	100	90	–

Продолжение табл. 3

Верховой										
37	слабая	12-16	15	85	60	90	95	55	25	15
38		17-24	10	70	40	85	90	45	20	10
39		25-32	–	60	20	80	85	35	15	5
40		33 и более	–	50	10	75	80	30	5	–
41	средняя	12-16	40	95	80	100	100	65	35	20
42		17-24	15	90	75	95	95	55	30	15
43		25-32	5	85	60	85	90	45	25	10
44		33 и более	–	75	20	80	85	40	15	5
45	сильная	12-16	100	100	100	100	100	90	60	40
46		17-24	50	100	80	100	100	80	45	35
47		25-32	25	95	70	95	100	70	35	25
48		33 и более	–	90	60	90	95	60	20	15

Таблица 4

Коэффициенты для расчёта средней ставки платы за один обезличенный кубометр древесины, отпускаемой на корню

Диаметр насаждения, см	Расстояние вывозки, км						
	до 10	10,1-25,0	25,1-40,0	40,1-60,0	60,1-80,0	80,1-100,0	100,1 и более
Сосна							
12	0,49	0,45	0,38	0,29	0,22	0,18	0,13
14	0,59	0,54	0,46	0,35	0,27	0,22	0,16
16	0,69	0,63	0,53	0,41	0,31	0,25	0,19
18	0,75	0,68	0,58	0,44	0,34	0,27	0,20
20	0,82	0,75	0,64	0,49	0,37	0,30	0,22
22	0,88	0,80	0,68	0,52	0,40	0,32	0,24
24	0,94	0,85	0,72	0,55	0,43	0,34	0,26
29	1,05	0,95	0,81	0,62	0,48	0,38	0,29
32	1,13	1,03	0,97	0,67	0,51	0,41	0,31
36	1,16	1,05	0,90	0,68	0,53	0,42	0,32
40	1,20	1,09	0,92	0,71	0,54	0,44	0,33
Кедр							
20	0,69	0,62	0,53	0,40	0,31	0,25	0,19
24	0,81	0,74	0,62	0,48	0,37	0,29	0,22
28	0,90	0,82	0,70	0,53	0,41	0,33	0,24
32	0,93	0,85	0,72	0,55	0,42	0,34	0,25
36	0,94	0,86	0,72	0,55	0,42	0,34	0,25
40	0,93	0,85	0,72	0,55	0,42	0,34	0,25
44	0,91	0,83	0,70	0,54	0,41	0,33	0,24
48	0,89	0,81	0,69	0,52	0,40	0,32	0,24
52	0,87	0,79	0,67	0,51	0,39	0,31	0,23
56	0,82	0,75	0,63	0,48	0,37	0,30	0,22
60	0,79	0,73	0,61	0,47	0,36	0,29	0,21
64	0,75	0,68	0,58	0,44	0,34	0,27	0,20
Лиственница							
12	0,34	0,31	0,26	0,20	0,15	0,12	0,09
14	0,41	0,38	0,32	0,24	0,19	0,15	0,11
16	0,48	0,43	0,37	0,28	0,22	0,17	0,13
18	0,52	0,47	0,40	0,31	0,24	0,19	0,14
20	0,57	0,52	0,44	0,34	0,26	0,21	0,15
22	0,61	0,56	0,47	0,36	0,28	0,22	0,17
24	0,65	0,59	0,50	0,39	0,30	0,24	0,18
26	0,75	0,69	0,58	0,45	0,34	0,27	0,21
28	0,73	0,67	0,57	0,43	0,33	0,27	0,20
30	0,76	0,69	0,59	0,45	0,35	0,28	0,21
32	0,79	0,72	0,61	0,47	0,36	0,29	0,22
34	0,80	0,73	0,62	0,48	0,37	0,29	0,22
36	0,81	0,74	0,63	0,48	0,37	0,30	0,22
40	0,83	0,75	0,64	0,49	0,38	0,30	0,23
44	0,85	0,77	0,65	0,50	0,39	0,31	0,23
48	0,85	0,78	0,66	0,51	0,39	0,31	0,24
52	0,87	0,79	0,67	0,52	0,40	0,32	0,24
56	0,87	0,79	0,67	0,52	0,40	0,32	0,24
Ель							
12	0,42	0,38	0,32	0,24	0,19	0,15	0,12
14	0,53	0,48	0,41	0,31	0,24	0,19	0,15
16	0,61	0,55	0,47	0,36	0,28	0,22	0,17
18	0,66	0,60	0,51	0,39	0,30	0,24	0,18
20	0,74	0,67	0,57	0,44	0,34	0,27	0,20

Продолжение табл. 4

22	0,80	0,72	0,62	0,47	0,36	0,29	0,22
24	0,84	0,77	0,65	0,50	0,38	0,31	0,23
28	0,94	0,85	0,72	0,55	0,43	0,34	0,26
32	1,02	0,93	0,79	0,60	0,46	0,37	0,28
36	1,08	0,98	0,84	0,64	0,49	0,39	0,30
40	1,08	0,98	0,83	0,64	0,49	0,39	0,30
Пихта							
12	0,40	0,36	0,31	0,23	0,19	0,14	0,11
14	0,52	0,47	0,40	0,30	0,24	0,19	0,14
16	0,60	0,54	0,46	0,35	0,27	0,22	0,17
18	0,66	0,60	0,51	0,39	0,30	0,24	0,18
20	0,73	0,67	0,57	0,43	0,33	0,27	0,20
22	0,79	0,71	0,61	0,47	0,36	0,28	0,22
24	0,83	0,76	0,64	0,49	0,38	0,30	0,23
26	0,88	0,80	0,68	0,52	0,40	0,32	0,24
28	0,90	0,82	0,70	0,54	0,41	0,33	0,25
30	0,93	0,85	0,72	0,55	0,42	0,34	0,25
32	0,97	0,88	0,75	0,58	0,44	0,35	0,27
34	0,98	0,89	0,75	0,58	0,44	0,35	0,27
36	0,99	0,90	0,76	0,58	0,45	0,36	0,27
Дуб							
12	0,76	0,69	0,59	0,45	0,35	0,27	0,21
14	0,90	0,82	0,70	0,54	0,41	0,33	0,25
16	0,96	0,87	0,75	0,57	0,44	0,35	0,26
18	1,06	0,96	0,82	0,63	0,48	0,39	0,29
20	1,18	1,07	0,91	0,70	0,54	0,43	0,32
22	1,27	1,15	0,98	0,75	0,58	0,46	0,35
24	1,34	1,22	1,04	0,80	0,61	0,49	0,37
28	1,48	1,35	1,15	0,88	0,67	0,54	0,40
32	1,59	1,45	1,23	0,95	0,72	0,58	0,43
36	1,71	1,55	1,32	1,01	0,78	0,62	0,47
40	1,74	1,58	1,35	1,03	0,79	0,63	0,47
44	1,74	1,58	1,34	1,03	0,79	0,63	0,47
48	1,75	1,59	1,35	1,04	0,79	0,63	0,48
52	1,73	1,57	1,34	1,03	0,79	0,83	0,47
Бук							
12	0,60	0,55	0,47	0,37	0,27	0,22	0,16
14	0,67	0,61	0,52	0,41	0,30	0,24	0,18
16	0,76	0,69	0,59	0,46	0,35	0,28	0,21
18	0,85	0,77	0,66	0,51	0,38	0,31	0,23
20	0,96	0,87	0,74	0,57	0,44	0,35	0,26
22	1,08	0,98	0,84	0,64	0,49	0,39	0,30
24	1,31	1,19	1,01	0,77	0,59	0,47	0,36
26	1,36	1,26	1,08	0,82	0,63	0,50	0,38
28	1,44	1,30	1,11	0,85	0,65	0,52	0,39
30	1,52	1,38	1,17	0,90	0,69	0,55	0,41
32	1,56	1,41	1,20	0,92	0,71	0,56	0,43
34	1,62	1,48	1,26	0,96	0,74	0,59	0,44
36	1,65	1,50	1,28	0,97	0,75	0,60	0,45
38	1,68	1,52	1,30	0,99	0,76	0,61	0,46
40	1,69	1,54	1,31	1,00	0,77	0,61	0,46
42	1,72	1,56	1,33	1,01	0,78	0,62	0,47
44	1,69	1,53	1,31	0,99	0,77	0,61	0,46
46	1,70	1,54	1,32	1,00	0,77	0,61	0,47

Продолжение табл. 4

48	1,71	1,55	1,32	1,01	0,78	0,62	0,47
50	1,67	1,52	1,29	0,98	0,76	0,60	0,46
52	1,68	1,52	1,30	0,99	0,76	0,61	0,46
54	1,66	1,51	1,29	0,98	0,75	0,60	0,45
56	1,64	1,49	1,27	0,97	0,75	0,59	0,45
58	1,64	1,49	1,27	0,97	0,75	0,59	0,45
60	1,61	1,46	1,24	0,95	0,73	0,58	0,44
62	1,61	1,46	1,24	0,95	0,73	0,58	0,44
64	1,57	1,43	1,21	0,92	0,71	0,57	0,43
66	1,58	1,43	1,22	0,93	0,72	0,57	0,43
68	1,54	1,40	1,19	0,91	0,70	0,55	0,42
70	1,54	1,40	1,19	0,91	0,70	0,56	0,42
Береза							
12	0,17	0,16	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05
14	0,22	0,20	0,17	0,13	0,10	0,08	0,06
16	0,26	0,23	0,20	0,15	0,12	0,09	0,07
18	0,28	0,26	0,22	0,17	0,13	0,10	0,08
20	0,31	0,29	0,25	0,19	0,14	0,11	0,09
22	0,34	0,31	0,27	0,20	0,16	0,12	0,09
24	0,37	0,33	0,29	0,22	0,17	0,13	0,10
28	0,41	0,37	0,32	0,24	0,19	0,15	0,11
32	0,43	0,39	0,34	0,26	0,20	0,16	0,12
Липа							
12	0,12	0,11	0,09	0,07	0,06	0,04	0,04
14	0,16	0,14	0,12	0,10	0,07	0,06	0,05
16	0,18	0,16	0,14	0,11	0,08	0,07	0,05
18	0,20	0,16	0,16	0,12	0,09	0,07	0,06
20	0,22	0,20	0,17	0,13	0,10	0,08	0,06
22	0,24	0,21	0,19	0,14	0,11	0,09	0,07
24	0,26	0,23	0,20	0,15	0,12	0,09	0,07
26	0,27	0,24	0,21	0,16	0,12	0,10	0,07
28	0,28	0,25	0,21	0,16	0,13	0,10	0,08
30	0,29	0,26	0,22	0,17	0,13	0,10	0,08
32	0,31	0,27	0,23	0,18	0,13	0,11	0,08
34	0,31	0,27	0,23	0,18	0,14	0,11	0,08
36	0,24	0,21	0,18	0,13	0,10	0,08	0,06
38	0,33	0,28	0,24	0,18	0,14	0,11	0,09
40	0,33	0,29	0,25	0,19	0,15	0,12	0,09
44	0,34	0,29	0,25	0,19	0,15	0,12	0,09
48	0,34	0,29	0,25	0,19	0,15	0,12	0,09
Осина							
12	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
14	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
16	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
18	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
20	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	0,01
22	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,05	0,01
24	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,07	0,01
28	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,11	0,01
32	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,14	0,01
36	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,15	0,01
40	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,17	0,01

Коэффициенты к затратам на лесовосстановление для учета возраста поврежденных (погибших)  
МОЛОДНЯКОВ

Возраст погибших молодняков, лет	Хвойные (кроме кедр) породы	Кедр	Мяголиственные и твердолиственные породы
1-5	0,91	0,91	0,91
6-10	1	1	1
11-20	1,16	1,16	1,16
21-30	1,41	1,41	–
31-40	1,72	1,72	–
41-60	–	2,32	–
61-80	–	3,45	–

*Примечание.* Норматив затрат на выращивание 1 га насаждений до возраста смыкания крон установлен в размере 800 руб./га.

### Практическая работа № 8. Составление протокола о лесном пожаре

**Цель:** ознакомиться с порядком составления протокола о лесном пожаре.

В случае, когда в результате нарушения требований пожарной безопасности в лесах или по другой причине возник лесной пожар, составляется Протокол о лесном пожаре.

Руководитель лесхоза, не дожидаясь окончания работ по тушению пожара, должен определить, имеются ли признаки уничтожения или повреждения лесов, определяющие уголовную ответственность. Если такие признаки имеются, то, не дожидаясь составления протокола о лесном пожаре, руководитель немедленно направляет письменное заявление в органы внутренних дел с подробным указанием места, времени, причинах и других обстоятельствах возникновения и обнаружения пожара, наступивших или возможных последствиях, данных об установленных или предполагаемых лицах совершивших нарушение требований пожарной безопасности. При отсутствии данных о виновниках пожара, может быть сделана ссылка на отсутствие гроз, как косвенное доказательство того, что пожар явился результатом умышленных или неосторожных действий. Задержка такого заявления до составления протокола о лесном пожаре или выявления виновного лица затрудняют розыск нарушителя (преступника).

Протокол о лесном пожаре составляется руководителем тушения или другим работником гослесоохраны не позднее 5 суток после ликвидации пожара, а затем, не позднее 3 суток, передается лесничему, который проверяет протокол и заполняет данные в графы бланка протокола об ущербе и в течение 3 суток направляет его в лесхоз. Если в лесничестве нет возможности заполнить данные об ущербе, протокол немедленно направляется в лесхоз.

Лесхоз ставит на протоколе дату поступления и номер по книге учета пожаров, проверяет правильность заполнения, заполняет данные о виновниках, ущербе и другие данные. К протоколу прилагается: схематический чертеж пожарища (желательно выкопировку из плана лесонасаждений) с указанием вида и интенсивности пожара и категорий лесных насаждений, данные для расчета ущерба от потерь древесины на корню, уничтоженных огнем культур, молодняков, от потерь готовой продукции, стоимости работ и прочих расходов. В расходы на тушение включаются также (по справкам авиабаз) затраты авиалесоохраны на обнаружение и тушение пожара и другие затраты.

Съемка контура пожара и участков внутри его, пройденных пожарами разного вида (верховым, низовым, почвенным) с привязкой их к ориентирам производится:

в районах наземной охраны лесов – инструментально в порядке, установленном в лесоустройстве в соответствии с разрядом лесоустройства;

в районах авиационной охраны лесов – аэровизуально с использованием лесопожарной или патрульной карты в порядке, установленном Инструкцией по авиационной охране лесов.

На схему также наносятся границы кварталов, в которых действовал пожар и их номера, номера смежных кварталов, общая граница пожара и границы участков, пройденных пожарами разных видов. Внутри каждого участка указывается вид пожара и общая площадь участка, исчисленная по лесопожарной карте или плану лесонасаждений.

Границы пожара и границы участков, пройденных пожарами разных видов, со схемы переносят на планшет, план лесонасаждений соответствующего лесничества. Уточняют номера (литеры) выделов, по каждому выделу определяют площади, пройденные пожарами разного вида и степень повреждения насаждений. По таксационным описаниям устанавливается характеристика выделов (преобладающая порода, средний ее диаметр) и производится определение общей площади, пройденной пожаром каждого вида, по категориям земель (в том числе и на нелесной площади лесного фонда).

Руководитель тушения прикладывает к протоколу докладную записку, в которой излагает данные об условиях горимости (класс пожарной опасности, метеорологические условия, рельеф и пр.), распространения (развития) пожара, ходе тушения, основные тактические приемы и способы тушения, технические и людские ресурсы, в том числе привлеченные дополнительно, их использование и другие данные.

Протоколы о лесном пожаре и нарушении требований безопасности в лесах составляются в трех экземплярах, один из которых хранится в лесхозе в течение трех лет.

На основании этих данных лесхоз производит расчет потерь и всего ущерба, причиненного пожаром, в порядке, установленном Инструкцией о порядке привлечения к ответственности за лесонарушения.

Убытки от лесного пожара включают:

- стоимость сгоревшей и поврежденной на корню древесины;
- сгоревшей заготовленной древесины, сена и др. лесной продукции;
- сгоревших и поврежденных жилых и производственных зданий и сооружений;
- затраты на тушение, включая затраты собственных средств, оплату привлеченных сил и средств, расходы авиационной охраны лесов на обнаружение и тушение конкретного пожара и др. затраты;
- стоимость работ по очистке площади, пройденной огнем, и лесовосстановлению;
- потери от снижения возможности побочного пользования;
- экологический ущерб (при наличии методики его определения) и другие потери.

На основании протокола лесхоз направляет требование лесонарушителю о добровольном возмещении ущерба. Такое требование вручается под расписку или направляется заказным письмом. А если нарушитель предприятие, то ему вручается или направляется один экземпляр протокола. Независимо от этого протокол со всеми материалами не позднее 3 суток со дня его получения направляется в органы милиции, если нарушение имеет признаки уголовной ответственности.

Заявление о привлечении лесонарушителя к ответственности, а также исковое заявление о возмещении ущерба, причиненного лесным пожаром вместе с протоколом и приложенными к нему документами направляются в правоохранительные органы, суд или арбитра.

Протоколы о лесных пожарах в лесхозе заносятся в Книгу учета лесных пожаров. В книгу заносятся все данные, имеющиеся в протоколе, а также делаются отметки о прохождении дела по возмещению ущерба: возмещен добровольно, взыскан штраф, приговор суда или постановление арбитража, сумма и дата взыскания ущерба.

**Задача 8.** На основе результатов предшествующих практических работ составить протокол о лесном пожаре.



## **Практическая работа №9. Структура управления охраной лесов от пожаров. Общие положения**

Все леса России подлежат охране от пожаров.

Охрана лесов от пожаров осуществляется в соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 года №69-ФЗ «О пожарной безопасности» и Лесным кодексом Российской Федерации».

Охрана лесов должна осуществляться с учетом их биологических и региональных особенностей, она включает комплекс организационных, правовых и других мер.

В соответствии со ст. 83 Лесного кодекса РФ, охрана лесов от пожаров и тушение лесных пожаров - функция органов управления лесами в субъектах РФ.

В соответствии со ст. 53 Лесного кодекса РФ В целях обеспечения пожарной безопасности в лесах осуществляются:

1) противопожарное обустройство лесов, в том числе строительство, реконструкция и содержание дорог противопожарного назначения, посадочных площадок для самолетов, вертолетов, используемых в целях проведения авиационных работ по охране и защите лесов, прокладка просек, противопожарных разрывов;

2) создание систем, средств предупреждения и тушения лесных пожаров (пожарные техника и оборудование, пожарное снаряжение и другие), содержание этих систем, средств, а также формирование запасов горюче-смазочных материалов на период высокой пожарной опасности;

3) мониторинг пожарной опасности в лесах;

4) разработка планов тушения лесных пожаров;

5) тушение лесных пожаров;

6) иные меры пожарной безопасности в лесах.

Указанные в пунктах 1 и 2 меры пожарной безопасности на лесных участках, предоставленных в аренду, осуществляются арендаторами этих лесных участков на основании проекта освоения лесов.

Исходя из этого, органы управления лесами в субъектах РФ в целях предотвращения возникновения лесных пожаров и борьбы с ними:

ежегодно организуют разработку и выполнение предприятиями, на которые возложены охрана и защита лесов на неарендованной территории, и арендаторами мероприятий по пожарной профилактике, противопожарному обустройству лесов и подготовке к пожароопасному сезону;

ежегодно, до начала пожароопасного сезона утверждают оперативные планы борьбы с лесными пожарами;

устанавливают порядок привлечения арендаторов лесных участков, населения, рабочих и служащих, а также противопожарной техники, транспортных и других средств предприятий для тушения лесных пожаров;

организуют противопожарную пропаганду, регулярно освещают в печати, по радио и телевидению вопросы охраны лесов, соблюдения правил пожарной безопасности в лесах.

Все мероприятия подготавливают, согласовывают и реализуют органы управления лесами, а на местах - лесничества от имени соответствующих органов власти.

## **Основные задачи охраны лесов**

Охрана лесов от пожаров включает комплекс организационных, технических, правовых и других мер, направленных на предотвращение, своевременное обнаружение и ликвидацию лесных пожаров. Мероприятия по охране лесов от пожаров осуществляются с учетом биологических, лесоводственных, экологических, региональных и других особенностей.

Основной задачей обеспечения охраны лесов от пожаров является выполнение системы противопожарных мероприятий.

### **а) Противопожарная профилактика.**

1) Предупреждение возникновения лесных пожаров (противопожарная пропаганда, разъяснительная и воспитательная работа; регулирование посещаемости лесов населением, лесная рекреация; контроль за соблюдением правил пожарной безопасности).

2) Ограничение распространения лесных пожаров (создание системы противопожарных барьеров; повышение пожароустойчивости насаждений регулированием состава древостоев; своевременная очистка от захламленности лесных участков; проведение санитарных рубок; создание сети лесных дорог, противопожарных водоемов).

3) Организационно-технические мероприятия (разработка и утверждение оперативных противопожарных планов; подготовка территории к авиационному обслуживанию; подготовка лесопользователей и местного населения методам и формам предупреждения возникновения лесных пожаров, а также способам борьбы с ними).

б) Мероприятия по обнаружению лесных пожаров (получение сведений о пожарной опасности, доведение их до лесничеств; наземное и авиационное патрулирование и организация наблюдения за лесом с пожарно - наблюдательных вышек, пожарно-наблюдательных мачт, пожарно-наблюдательных пунктов, искусственных спутников Земли и т.д.; организация связи для получения сведений о возникновении лесных пожаров).

в) Организация борьбы с лесными пожарами (регламентация работы лесопожарных служб в зависимости от уровня пожарной опасности и фактической горимости лесов; организация связи при тушении лесных пожаров; организация доставки сил и средств пожаротушения к местам работ; организация тушения лесных пожаров).

г) Ликвидация последствий лесных пожаров (обследование гарей и горельников, очистка площадей, подготовка к лесовосстановлению и лесовосстановление).

## 1. Структура организации охраны лесов.

В соответствии с Лесным кодексом Российской Федерации государственное управление в области охраны лесного фонда относится к полномочиям органов государственной власти всех уровней, которые через органы управления лесным хозяйством организуют выполнение мероприятий по охране и защите лесов. Охрана и защита лесов осуществляется наземными и авиационными методами лесхозами Федерального органа управления лесным хозяйством базами авиационной охраны лесов и другими организациями федерального органа управления лесным хозяйством.

## 2. Основные функции охраны лесов.

Основными задачами охраны лесов от пожаров в соответствии с Лесным кодексом Российской Федерации является предупреждение лесных пожаров, их обнаружение, ограничение распространения и тушение. Исходя из этого, функциональная структура охраны лесов от пожаров включает следующие основные направления деятельности:

### 1) противопожарная профилактика (предупреждение лесных пожаров) включает:

- предупреждение возникновения лесных пожаров (противопожарная пропаганда, разъяснительная и воспитательная работа;
- регулирование посещаемости лесов населением, лесная рекреация;
- контроль над соблюдением правил пожарной безопасности);
- ограничение распространения лесных пожаров (создание системы противопожарных барьеров;
- повышение пожароустойчивости насаждений регулированием состава древостоев; своевременная очистка от захламленности лесных участков, проведение санитарных рубок; создание сети лесных дорог, противопожарных водоемов);
- организационно-технические мероприятия (разработка и утверждение оперативных противопожарных планов; подготовка территории к авиационному обслуживанию;
- подготовка кадров лесхозов, лесопользователей и местного населения по методам и формам предупреждения возникновения лесных пожаров и способам борьбы с ними; организация семинаров и смотров готовности к пожароопасному сезону лесопожарных служб и лесной охраны).

2) Обнаружение лесных пожаров (получение сведений от подразделений гидрометеослужбы о степени пожарной опасности в лесу по условиям погоды и доведение их до лесной охраны на территории; наземное и авиационное патрулирование лесов и организация наблюдения за лесом с пожарных наблюдательных вышек и мачт; организация связи для получения сведений о возникновении лесных пожаров).

3) Организация борьбы с лесными пожарами (регламентация работы лесопожарных служб в зависимости от уровня пожарной опасности и фактической горимости лесов; организация связи при тушении лесных пожаров; организация доставки сил и средств пожаротушения к местам работ; организация тушения лесных пожаров).

4) Ликвидация последствий лесных пожаров (обследование гарей и горельников их освоение и использование; очистка площадей; подготовка к лесовосстановлению; лесовосстановление). Эта функция может быть, отнесена к лесохозяйственной деятельности по воспроизводству лесов, однако она является заключительным этапом ликвидации последствий лесных пожаров.

### 3. Выполнение функций по охране лесов.

К полномочиям Правительства Российской Федерации в охране лесов от пожаров относятся - проведение инвестиционной политики, утверждение и реализация федеральных государственных программ по охране лесов, а к полномочиям субъектов Федерации - организация обеспечения выполнения мероприятий по охране лесов. Кроме этого, органы государственной власти субъектов Федерации и его территориальные органы в случаях необходимости имеют право, на периоды высокой пожарной опасности в лесах, запрещать посещение лесов, въезд в них транспортных средств и выполнение определенных видов работ на отдельных участках лесного фонда, т.е. вносить дополнения в Правила пожарной безопасности в лесах, а также устанавливать порядок привлечения граждан и юридических лиц к тушению лесных пожаров. Согласно Лесному кодексу, охрану лесов от пожаров обеспечивает Федеральный орган управления лесным хозяйством России, который является специально уполномоченным Правительством государственным органом управления в области использования, охраны, защиты и воспроизводства природных ресурсов. Для обеспечения надлежащего управления государственным лесным Фондом и непосредственного выполнения задач по охране и защите леса лесной фонд лесхоза разделяется на лесничества, лесохозяйственные (мастерские) участки, а участки - на обходы. Непосредственную охрану лесов несут лесники в пределах закрепленного за каждым лесником обхода под руководством мастеров леса, возглавляющих лесохозяйственные участки. В лесхозах, имеющих леса с высокой природной пожарной опасностью, для борьбы с лесными пожарами создаются пожарно-химические станции, механизированные отряды, пожарные пункты и пункты сосредоточения противопожарного инвентаря. Для обеспечения охраны лесов Федеральный орган управления лесным хозяйством создает специализированные организации по авиационной охране - авиабазы. В зависимости от возможности обеспечить своевременное обнаружение и тушение лесных пожаров наземными силами и средствами охраняемая площадь лесов подразделяется на зоны авиационной и наземной охраны. Отнесение площади лесного фонда к зонам авиационной и наземной охраны согласовывается руководителями региональных органов управления лесным хозяйством и соответствующей базы авиационной охраны лесов. Разделение лесного фонда на районы охраны является основанием для планирования размещения сил и средств пожаротушения, не исключая совместных действий наземной и авиационной служб. Зоны авиационной охраны лесов условно разделяется на два района: в одном тушение лесных пожаров обеспечивают авиационные силы и средства (авиационная борьба), в другом авиалесоохрана осуществляет только обнаружение лесных пожаров (авиационное патрулирование) и оповещает о них наземную лесную охрану для принятия мер. Зоны наземной охраны лесов, в свою очередь, подразделяется на районы, где борьбу с лесными пожарами осуществляет лесная охрана, пожарно-химические станции и механизированные отряды, специализированные подразделения лесопользователей, других организаций, физическими и юридическими лицами, за которыми закреплены (переданы в аренду) определенные участки леса.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

### **1. Аудиторный фонд ДВФУ**

Мультимедийная аудитория (зал), вместимостью на 80 человек. (Аудиторный фонд ДВФУ); состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Включает: - проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м<sup>2</sup>, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF AVervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).

Комплект презентационного оборудования: мультимедийный проектор, автоматизированный проекционный экран, акустическая система, а также интерактивная трибуна преподавателя. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов.

### **1. Доступ в сеть ДВФУ, Интернет.**

2. Персональные компьютеры для каждого студента с установленным программным обеспечением семейства MS.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров»  
Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность  
Специализация «Профилактика и тушение природных пожаров»  
Форма подготовки очная

**Владивосток  
2016**

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	7 семестр	Подготовка к практическим занятиям	10	Защита
2	7 семестр	Работа над лекционным материалом	10	Экзамен
3	7 семестр	Работа над рекомендованной литературой	7	Экзамен

Практические работы представляют собой расчетные задания, выполнение которых позволит закрепить теоретический материал. Работы выполняются на листе бумаги формата А4. Проверенная преподавателем работа оценивается «зачтено» или «не зачтено». В последнем случае возвращается студенту для исправления. Расчетные работы должны быть сданы до наступления сессии, в противном случае студент не будет аттестован.

Работать над рекомендованной литературой и лекционным материалом рекомендуется регулярно с тем, чтобы иметь необходимый уровень знаний и достаточную подготовку для выполнения практических работ в течение семестра и к экзамену.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине **«Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров»**  
**Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность**  
Специализация **«Профилактика и тушение природных пожаров»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2016**



**Паспорт фонда оценочных средств**  
по дисциплине «Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	<b>ПК-16</b> знание документационного обеспечения управления в органах и подразделениях ГПС	знает
умеет		анализировать данные.
владеет		основами делопроизводства.
<b>ПК-19</b> знанием организации пожаротушения, тактических возможностей пожарных подразделений на основных пожарных автомобилях, специальной технике и основных направлений деятельности ГПС	знает	основные направления деятельности ГПС.
	умеет	руководить работой основных пожарных автомобилей, специальной техники.
	владеет	основными методами организации тушения пожаров
<b>ПК-20</b> способностью руководить оперативно-тактическими действиями подразделений пожарной охраны Знать: порядок проведения оперативно-тактических действий (ОТД).	знает	порядок проведения оперативно-тактических действий (ОТД).
	умеет	руководить действиями подразделения по тушению пожаров и осуществлению аварийно-спасательных работ.
	владеет	основными методами ведения аварийно-спасательных работ

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций			Оценочные средства	
					текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1-6, 8 - 10	<b>ПК-16</b> знание документационного обеспечения управления в органах и подразделениях ГПС	знает	требования по документообороту в системе МЧС.	УО-1 ПР-12	Вопросы к экзамену № 9-25, 38-41 Практ. раб. № 1-6, 8
			умеет	анализировать данные.		
			владеет	основами делопроизводства.		
2	Раздел 1-6, 8 - 10	<b>ПК-19</b> знание организации пожаротушения, тактических возможностей пожарных подразделений на основных пожарных автомобилях, специальной технике и основных направлений деятельности ГПС	знает	основные направления деятельности ГПС.	УО-1 ПР-12	Вопросы к экзамену № 9-25, 38-41 Практ. раб. № 1-6, 8
			умеет	руководить работой основных пожарных автомобилей, специальной техники.		
			владеет	основными методами организации тушения пожаров		
3	Раздел 2, 3, 5, 6, 7, 10	<b>ПК-20</b> способность руководить оперативно-тактическими действиями подразделений пожарной охраны Знать: порядок проведения оперативно-тактических действий (ОТД).	знает	порядок проведения оперативно-тактических действий (ОТД).	УО-1 ПР-12	Вопросы к экзамену № 26-37, 42-50 Практ. раб. № 3, 5, 9
			умеет	руководить действиями подразделения по тушению пожаров и осуществлению аварийно-спасательных работ.		
			владеет	основными методами ведения аварийно-		

				спасательных работ		
--	--	--	--	--------------------	--	--

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<b>ПК-16</b> знание документационного обеспечения управления в органах и подразделениях ГПС	знает (пороговый уровень)	требования по документообороту в системе МЧС.	<b>знание основных нормативных актов, определяющих требования к документообороту в МЧС</b>	способность определить соответствие фактического содержания документов нормативным требованиям
	умеет (продвинутый уровень)	анализировать данные.	умение делать выводы из анализа документов статистической отчетности	способность дополнять, изменять и вносить исправления в действующие документы
	владеет (высокий уровень)	основами делопроизводства.	методами разработки документов, регламентирующей деятельность ГПС	способность получать исходные данные, необходимые для разработки документов предварительного планирования
<b>ПК-19</b> знание организации пожаротушения, тактических возможностей пожарных подразделений на основных пожарных автомобилях, специальной технике и основных направлений деятельности ГПС	знает (пороговый уровень)	основные направления деятельности ГПС.	знание основных нормативных актов, регламентирующей деятельность ГПС	способность оценить соответствие повседневной деятельности подразделения нормативным требованиям, регламентирующим деятельность ГПС.
	умеет (продвинутый уровень)	руководить работой основных пожарных автомобилей, специальной техники.	умение планировать расстановку сил и средств в соответствии с их тактическими возможностями	способность оценивать соответствие тактических возможностей основных пожарных автомобилей, специальной техники фактически сложившимся условиям пожара
	владеет (высокий уровень)	основными методами организации тушения пожаров	владение методами осуществления маневра силами и средствами	способность анализировать обстановку на пожаре; способность критически оценивать результаты

				действий по тушению пожара.
<b>ПК-20</b> способность руководить оперативно-тактическими действиями подразделений пожарной охраны	знает (пороговый уровень)	порядок проведения оперативно-тактических действий (ОТД).	знание основных нормативных актов, регламентирующих проведение оперативно-тактических действий	способность оценить соответствие оперативно-тактических действий подразделения пожарной охраны нормативным требованиям
	умеет (продвинутый уровень)	руководить действиями подразделения по тушению пожаров и осуществлению аварийно-спасательных работ.	умение ставить задачи подразделения по тушению пожаров и осуществлению аварийно-спасательных работ. подчиненным подразделениям	способность анализировать эффективность использования сил при тушении пожаров и ведении аварийно-спасательных работ
	владеет (высокий уровень)	основными методами ведения аварийно-спасательных работ	владение методами руководства подразделением при тушении пожаров и ведении аварийно-спасательных работ.	способность корректировать расстановку сил и средств в процессе тушения пожара и ведения аварийно-спасательных работ

Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины **«Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров»**

**Текущая аттестация студентов** проводится в форме контрольных мероприятий (защита практической работы, устный опрос) по оцениванию фактических результатов обучения студентов.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине, своевременность выполнения всех видов заданий, активность на занятиях);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Для контроля дисциплины предложено оценочное средство ПР-12 (расчётно-графическая работа), а также устный опрос. Текст работ находится в Разделе VI «Методические рекомендации по освоению дисциплины».

Критерии оценки:

- «зачтено» выставляется студенту при правильно выполненной и защищённой работе;
- «не зачтено» - при неверно выполненной работе.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. В 7 семестре предусмотрен экзамен. Образец экзаменационного билета:



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
**Инженерная школа**

ООП 20.05.01 «Пожарная безопасность»  
шифр, наименование направления подготовки (специальности)

Дисциплина Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров

Форма обучения очная

Семестр 7 осенний 20 - 20 учебного года  
осенний, весенний

Реализующая кафедра безопасности в чрезвычайных ситуациях  
и защиты окружающей среды

**Экзаменационный билет № 5**

1. Виды и классификация лесных пожаров.
2. Что такое «оперативное управление подразделениями в процессе тушения пожара»? Основные обязанности руководителя команды, группы, бригады.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ проф. Петухов В.И.

М.П.

## Вопросы к экзамену по курсу «Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров»

1. Причины лесных пожаров; с чем связано увеличение количества загораний в лесах? Какой ущерб наносят лесные пожары окружающей среде?
2. Дайте определение понятию «лесной пожар». Назовите задачи для решения лесопожарной проблемы.
3. Лесные горючие материалы. Условия горения. Примеры.
4. Условия погоды и факторы, влияющие на возникновение и распространение лесных пожаров.
5. Виды и классификация лесных пожаров.
6. Пожарная опасность по условиям погоды. Классы пожарной опасности.
7. Организация тушения природных пожаров. Обязанности РТП. Инструктаж на месте тушения. Разведка пожара.
8. Стадии тушения лесного пожара.
9. Тактика и методы тушения лесного пожара.
10. Тактические приёмы тушения.
11. Способы тушения лесного пожара.
12. Заградительная и минерализованная полосы. Принципы расположения линии отсечки.
13. Правила строительства линии отсечки на склонах. Метод «холодного преследования».
14. Как правильно располагать линию отсечки огня на холмах, вблизи оврагов, каньонов, ущелий, вблизи валежника?
15. Основные принципы строительства линии отсечки огня.
16. Зачистка территории, прилегающей к линии отсечки огня.
17. Что такое «отжиг»? Правила и способы проведения отжига.
18. Тушение природных пожаров водой и огнетушащими растворами.
19. Правила прокладки магистральной и рабочих рукавных линий. Виды насосно-рукавных систем.

20. Использование химических веществ при тушении, их виды и способы применения.
21. Применение авиационных методов тушения лесных пожаров.
22. Особенности тушения низовых пожаров.
23. Особенности тушения верховых пожаров.
24. Особенности тушения пожаров в лесах, загрязнённых радионуклидами.
25. Тушение заглубившихся очагов горения торфа взрывом.
26. Какие обстоятельства необходимо изучить при следовании на место пожара?
27. Первый этап действий после прибытия на пожар.
28. Действия, предпринимаемые на втором этапе после прибытия на пожар.
29. Третий этап подготовки к тушению лесного пожара. Реализация первоначального плана тушения.
30. Что такое «оперативное управление подразделениями в процессе тушения пожара»? Основные обязанности руководителя команды, группы, бригады.
31. Действия РТП при тушении крупных лесных пожаров.
32. Профессиональные и личные качества руководителя. Психологические аспекты управления.
33. Признаки стресса у работающего на пожаре. Методы работы с различными реакциями на стресс в зоне ЧС.
34. Характеристика факторов, негативно влияющих на человека при тушении лесного пожара.
35. Факторы, способствующие возникновению катастрофических ситуаций на пожарах. Действия РТП и работников в случае окружения человека огнём.
36. Потенциально опасные ситуации, способствующие возникновению неуправляемых пожаров.
37. Меры, принимаемые при угрозе приближения огня к населённым пунктам.
38. Работа с ранцевыми лесными огнетушителями и воздуходувками.
39. Ручные инструменты, используемые на тушении лесных пожаров.
40. Мотопомпы. Их виды и применение.

41. Почвообрабатывающие орудия и их назначение.
42. Требования к работодателям, направляющих работников на тушение лесных пожаров. Что входит в комплект спецодежды и индивидуальных средств защиты лесного пожарного?
43. Требования безопасности перед началом работ и во время работы на пожаре.
44. Требования безопасности при устройстве лагеря и во время грозы.
45. Требования безопасности при применении взрывчатых материалов на тушении лесных пожаров.
46. Требования безопасности при аварийных ситуациях и по окончании работ по тушению.
47. Регламентация работы лесопожарных служб при I-IV классах пожарной опасности.
48. Регламентация работы лесопожарных служб при V классе пожарной опасности.
49. Требования к лесопользователям и предприятиям, выполняющим работы на территории лесного фонда.
50. Требования к арендаторам участков лесного фонда.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине  
«Пожарная безопасность лесов и тушение лесных пожаров»**

<b>Баллы рейтинговой оценки</b>	<b>Оценка стандартная</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
100-86	«отлично»	Выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причём не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач.
85-76	«хорошо»	Выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на



		вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения.
75-61	«удовлетворительно»	Выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает трудности при выполнении практических работ.
60-50	«неудовлетворительно»	Выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.