

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт  
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Организация защиты территории ФГБУ Государственный заповедник "Хакасский" от природных пожаров

УДК – 614.841.42:630(571.513)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г60	Кирдяшкина Татьяна Владимировна		

Руководитель/ консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Полицинская Е.В.	к.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Деменкова Л.Г.	к.пед.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП 20.03.01 «Техносферная безопасность»	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП  
НАПРАВЛЕНИЯ 20.03.01 – «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-3</b>	Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности
<b>ОПК(У)-4</b>	Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-5</b>	Способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей
<b>ПК(У)-6</b>	Способность принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты
<b>ПК(У)-7</b>	Способность организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
<b>ПК(У)-8</b>	Способность выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих
<b>ПК(У)-9</b>	Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики
<b>ПК(У)-10</b>	Способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
<b>ПК(У)-11</b>	Способность организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды
<b>ПК(У)-12</b>	Способность применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт  
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

**БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г60	Кирдяшкиной Татьяне Владимировне

Тема работы:

Организация защиты территории ФГБУ Государственный заповедник "Хакасский" от природных пожаров

Утверждена приказом директора (дата, номер) от 01.02.2021 г. № 32-105/С

Срок сдачи студентами выполненной работы: 07.06.2021 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе:**

Территория преимущественно лиственничными (средний диаметр древостоя 32 см) и березово-лиственничными лесами (средний диаметр древостоя 28 см).

- температура воздуха на момент обнаружения пожара,  $t^{\circ} = 16,3^{\circ}\text{C}$ ;
- температура воздуха на 12 ч,  $t^{\circ} = 20,1^{\circ}\text{C}$ ;
- влажность воздуха  $\phi = 16\%$ ;
- скорость ветра  $V = 3\text{ м/с}$ ;
- направление ветра: южный;
- характер местности – рельеф резко расчленённый, с крутыми склонами южных экспозиций и более пологими – северных;
- среднее количество осадков составляет 0,8 мм в сутки;
- количество дней, прошедших после последнего дождя  $n = 8$ .

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:</b>	1 Провести анализ нормативных документах в области обеспечения пожарной безопасности лесов. 2 Рассчитать возможную площадь и периметр лесного пожара. 3 Произвести расчет сил и средств для локализации и ликвидации лесного пожара.
<b>Перечень графического материала:</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Полицинская Е.В., к. пед.н.
Социальная ответственность	Деменкова Л.Г., к.пед.н.
Нормоконтроль	Мальчик А.Г., к.т.н.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.02.2021 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель/ консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г60	Кирдяшкина Т.В.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 82 с., 6 рис., 18 формул, 17 табл. 16, 50 источников.

Ключевые слова: ЗАПОВЕДНИКИ, ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ, ЛАНДШАФТНЫЕ ПОЖАРЫ, ПОЖАРООПАСНЫЙ СЕЗОН, ЛЕСНЫЕ ГОРЮЧИЕ МАТЕРИАЛЫ.

Объектом исследования является заповедник «Хакасский».

Цель работы: разработка мероприятий по защите лесов заповедника «Хакасский» от природных пожаров.

В процессе исследования проводились расчёты сил и средств для локализации и ликвидации лесного пожара. Предложены пути снижения пожарной опасности на особо охраняемых природных территориях

В результате исследования выявили факторы возникновения лесного пожара и необходимые противопожарные мероприятия, с целью снижения возникновения пожаров.

Произведен расчет ущерба и материальных затрат на локализацию и тушение лесного пожара.

## Abstract

Final qualifying work 82 pages, 6 figures, 18 formulas, 16 tables, 50 sources.

Key words: RESERVES, FOREST FIRES, LANDSCAPE FIRES, FIRE DANGEROUS SEASON, FOREST COMBUSTIBLE MATERIALS.

The object of the research is the Khakassky reserve.

Purpose of work: development of measures to protect the forests of the Khakassky reserve from wildfires.

In the course of the study, calculations of forces and means were carried out for the localization and elimination of a forest fire. Ways to reduce the fire hazard in specially protected natural areas are proposed

As a result of the study, the factors of the occurrence of a forest fire and the necessary fire-fighting measures were identified in order to reduce the occurrence of fires.

The calculation of damage and material costs for localization and extinguishing of a forest fire has been made.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

## Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты

ГОСТ Р 57972-2017. Национальный стандарт Российской Федерации.

Объекты противопожарного обустройства лесов. Общие требования.

СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда.

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.

ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

НПБ 110-03 Об утверждении норм пожарной безопасности "Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией".

РД 78-145-93 Пособие к руководящему документу РД 78.145-93 Системы и комплексы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Правила производства и приемки работ.

НПБ 104-03 Об утверждении норм пожарной безопасности "Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях".

## Обозначения и сокращения

ЛП – лесной пожар;

ЛГМ – лесные горючие материалы;

ООПТ – особо охраняемые природные территории;

РТП – руководитель тушения пожара;

ГСМ – горюче-смазочные материалы;

СОУТ – специальная оценка условий труда;

УЗО – устройство защитного отключения.

## Содержание

## Оглавление

Введение.....	12
1 Обзор литературы .....	14
1.1 Лесные пожары и их характеристика .....	14
1.2 Природная пожарная опасность .....	17
1.3 Классификация лесных пожаров.....	21
1.4 Пути снижения пожарной опасности на особо охраняемых природных территориях (ООПТ).....	23
1.5 Противопожарные мероприятия на участке заповедника «Хол-Богаз» ....	25
2 Описание объекта заповедника «Хакасский» .....	27
2.1 Физико-географическая характеристика заповедника «Хакасский» .....	27
2.2 Особо охраняемые природные территории России .....	29
2.3 Виды ООПТ и их назначение .....	30
3 Описание и характеристика чрезвычайных ситуаций.....	35
3.1 Краткое описание рассматриваемой чрезвычайной ситуации лесного пожара .....	35
3.2 Расчет сил и средств, необходимых для локализации и ликвидации лесного пожара.....	40
3.3 Силы и средства, задействованные для тушения лесного пожара на участке «Хол-Богаз». Средства оповещения .....	43
3.4 Общее руководство ликвидацией чрезвычайной ситуации .....	46
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	51
4.1 Определение стоимости потерь древесины .....	51
4.2 Ущерб от повреждения лесным пожаром молодняков естественного и искусственного происхождения, несомкнувшихся лесных культур.....	52

4.3 Ущерб от вреда, причиненного лесным пожаром окружающей природной среде .....	53
4.4 Расчет стоимости горюче-смазочных материалов (ГСМ) при тушении пожара .....	55
4.5 Расчет стоимости затрат на питание огнеборцев .....	56
4.6 Выводы по главе 4.....	57
5 Социальная ответственность .....	59
5.1 Описание рабочего места диспетчера пожарной части .....	59
5.2 Описание вредных и опасных факторов.....	60
5.2.1 Вредные факторы.....	60
5.2.1.1 Напряженность труда .....	60
5.2.1.2 Электромагнитное излучение .....	60
5.2.1.3 Микроклимат .....	62
5.2.1.4 Освещенность.....	63
5.3 Опасные факторы.....	65
5.3.1 Электроопасность .....	65
5.3.2 Пожароопасность .....	66
5.4 Охрана окружающей среды .....	67
5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях .....	67
5.6 Вывод по главе 5 .....	67
Заключение .....	69
Список используемой литературы .....	70
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	80

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	81
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	82

## Введение

Каждый год только в Сибири в зависимости от погодных условий возникает от 10 до 40 тыс. лесных пожаров на площади от нескольких сот до нескольких миллионов гектаров. Лесные пожары угрожают специальным и экономическим объектам, примерно 4 тыс. населенных пунктов, в которых проживают более 2 млн. человек, насчитывается более 600 тыс. жилых построек, оказывают разрушительное воздействие на деревянные постройки, повреждают органического слоя почвы и ее эрозию, загрязняют атмосферу и воду продуктами сгорания. Задымление территории от крупных и массовых лесных пожаров дестабилизирует автомобильное, железнодорожное, воздушное и речное сообщение, работу лесного сектора экономики, вызывает у людей различные аллергические реакции, заболевания органов дыхания и т.п. Ранее приемлемый уровень охраны лесов от пожаров обеспечивался за счет постепенного увеличения бюджетных ассигнований на противопожарные мероприятия и наращивания ресурсов лесопожарных служб, которые справлялись с поставленными задачами в периоды с низкой и средней пожарной опасностью в лесах по условиям погоды, однако периодически терпели неудачи при высокой и чрезвычайной пожарной опасности. За последние годы значительное снижение ассигнований на борьбу с лесными пожарами привело к существенному ослаблению боеспособности лесопожарных служб и падению общего уровня охраны лесов от пожаров. В последние годы пришло понимание того, что наиболее важным элементом системы охраны лесов от пожаров, определяющим эффективность остальных элементов, является выбор правильной стратегии и организация планирования системы охраны лесов от пожаров, основанных на:

- а) принципах пожароуправления;
- б) оценке рисков от лесных пожаров (лесопожарных рисков).

Своевременное предотвращение возникновения лесных пожаров, проведение противопожарного устройства лесов ООПТ, лесов, прилегающих к

таежным поселкам и другим объектам, улучшение их лесоводственно-биологического состояния позволит снизить риск возникновения ЧС природного характера.

Цель работы: организация защиты территории ФГБУ Государственный заповедник "Хакасский" от природных пожаров.

Задачи данной работы:

- провести литературный обзор факторов возникновения лесных пожаров;
- рассчитать возможную площадь и периметр лесного пожара;
- произвести расчет сил и средств для локализации и ликвидации лесного пожара.

## 1 Обзор литературы

### 1.1 Лесные пожары и их характеристика

Лесные пожары оказывают большое влияние на состояние и динамику лесов Российской Федерации, наносят большой ущерб лесным ресурсам. Оценка степени пожарной опасности, мониторинг ее изменения и прогноз возможных последствий лесных пожаров применительно к конкретному району или региону должны стать предметом пристального внимания как органов управления лесным хозяйством, так и служб чрезвычайного реагирования. Распределение числа пожаров по территории страны крайне неравномерное. Это зависит от физико-географических условий региона и погодных условий года [1].

Лесом покрыто почти две трети территории России. Общая площадь земель лесного фонда, по данным Рослесхоза, составляет 1 млрд 146 млн га. Ежегодно в России регистрируется от 9 тыс. до 35 тыс. лесных пожаров, охватывающих площади от 500 тыс. до 3,5 млн га [2]. Сравнительная характеристика динамики лесных пожаров за последние 5 лет на территории Российской Федерации с 2016-2020 гг. предоставлена на рисунке 1



Рисунок 1 – Динамика лесных пожаров на территории РФ за 2016- 2020 года

Из диаграммы видно, что происходит стремительный рост лесных пожаров (ЛП). Основной причиной ЛП является человек – его небрежность при пользовании в лесу огнем во время работы и отдыха.

Основные причины возникновения огненной стихии в лесостепной зоне, которые обычно связаны с антропогенной деятельностью:

1) выжигание сухой травы вблизи лесов, не потушенный огонь (спички, сигареты, оставленный костер);

2) сжигание мусора на граничащих с лесопосадками полигонах твёрдых бытовых отходов;

3) искры от глушителя транспортного средства, тлеющий пыж от охотничьего ружья;

4) умышленный поджог;

5) бутылки и осколки стекла (действуют как линзы).

Согласно приказу № 218 Федерального агентства лесного хозяйства мониторинг и прогнозирование лесных пожаров, чрезвычайная лесопожарная ситуация осуществляется на четырех уровнях:

- федеральном (осуществляет федеральный орган управления лесным хозяйством России, – для этого в структуре Рослесхоза создана Информационная система мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства [ИСДМ-Рослесхоз]);

- региональном (осуществляют государственные органы управления лесным хозяйством субъектов РФ);

- местном (осуществляют лесхозы и другие организации, предприятия и учреждения, осуществляющие ведение лесного хозяйства);

- локальном (осуществляют лесхозы и другие организации, предприятия и учреждения, осуществляющие ведение лесного хозяйства, а также подразделения “Авиалесоохраны”, осуществляющие обнаружение и тушение лесных пожаров) [3].

Из диаграммы видно, что происходит стремительный рост лесных пожаров (ЛП). Основной причиной ЛП является человек – его небрежность при

пользовании в лесу огнем во время работы и отдыха. Большинство пожаров возникает в результате сельскохозяйственных палов, сжигания мусора, в местах пикников, сбора грибов и ягод, во время охоты, от брошенной горящей спички.

В среднем размер ущерба от лесных пожаров в год составляет порядка 20 млрд рублей, из них от 3 до 7 млрд – ущерб лесному хозяйству (потери древесины). Остальные потери – расходы на тушение и последующую расчистку горелых площадей, ущерб от гибели животных, загрязнения продуктами горения, затраты на восстановление леса и т. д. Обычно возгорания лесов в России начинаются в апреле и длятся до октября.

В настоящее время лесные пожары являются одним из самых значительных отрицательных факторов преобразования ландшафтов [4]. В лесах Сибири ежегодно при пожарах в атмосферу выбрасывается около 2 миллион тонн продуктов горения, которые несут с собой многие токсичные соединения и химические элементы. Многолетние исследования пожарных и прилегающих к ним площадей в различных регионах Сибири позволили выделить две группы элементов, различающихся характером поведения при пожарах: 1 – активных воздушных мигрантов (Hg, Cd, Pb, Zn, Mn, As, Sb, Se, U и искусственные радионуклиды –  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$ ) и 2 – пассивно накапливающихся на пожарище (Cr, Ni, Co, V, Mg, Si, Fe, Th, Ca, K) [5]. Показано, что прилегающие к пожарищам почвы и растения загрязняются элементами-мигрантами. Установлены основные причины различного поведения элементов: тип пожара, метеоусловия, характер распределения элементов в компонентах биогеоценоза и биогеохимические показатели самих элементов. В результате пожара трансформируются формы нахождения тяжелых металлов на выгоревших площадях [6]. Все это ведет к изменению геохимического фона растительно-почвенного покрова, меняя свойства ландшафтов Сибири. [7].

Во всем мире отмечаются пожары в природных, культурных и промышленных ландшафтах, по периметру деревень, поселков и городов, иногда даже в густо застроенных и населенных городских районах [8]. Поэтому все чаще используется термин «ландшафтный пожар». В большинстве случаев

ландшафтные пожары начинаются на сельскохозяйственных и пастбищных землях, а затем распространяются на леса и другие природные растительные сообщества (кустарники, луга, саванны), а оттуда – на жилые районы и даже города.

Ландшафтный (природный) пожар согласно Федерального закона от 22.12.2020 №454-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования деятельности в области пожарной безопасности" Статьи 1 [9] – неконтролируемый процесс горения, стихийно возникающий и интенсивно распространяющийся в природной среде, захватывающий различные элементы природного ландшафта.

## 1.2 Природная пожарная опасность

Согласно приказу Федерального агентства лесного хозяйства от 5 июля 2011 г. № 287 "Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов [10] и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды" классификация пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды – определяется вероятностью возникновения и распространения пожаров в зависимости от лесорастительных, погодных условий и наличия источников высокой температуры. Пожарная опасность лесов имеет три независимые составляющие: антропогенная пожарная опасность, природная пожарная опасность, пожарная опасность по условиям погоды. Леса на особо охраняемых природных территориях [11] испытывают большую антропогенную нагрузку, выполняя рекреационные функции, т.е. здесь велика вероятность наличия источника огня. Если предположить, что вероятность возникновения и распространения пожаров в зависимости от лесорастительных условий в этих лесах одинакова, то пожарная опасность достаточно велика.

Период календарного года, в течение которого на данной территории возможны лесные пожары, называется пожароопасный сезон. Внутри пожароопасного сезона выделяется период пожарного максимума. Период

пожарного максимума – это месяцы пожароопасного сезона, в течение которых возникновение пожаров наиболее вероятно. Лесные пожары вызывают наибольшую серьезность, поскольку они оказывают разрушительное воздействие на окружающую среду и представляют опасность обществу. Во время сильной засухи, жары и сильных ветров лесной пожар может достигать очень серьезных размеров и высокой скорости [12]. При изменении направления ветра, пожар может поменять направление и легко перекинуться через дороги, реки и другие препятствия. Ландшафтные пожары могут затронуть жилые и промышленные районы (дома и другие сооружения, пригородные окраины, инфраструктуру, включая важнейшие объекты инфраструктуры) и остатки деятельности человека (отвалы отходов, загрязненные земли), что приводит к одновременному сжиганию опасных/токсичных веществ. Большинство пожаров приурочено к местам сельскохозяйственной и хозяйственной деятельности: участкам осуществление санитарных валок, заготовок не древесных ресурсов леса, рекреационным участкам [13]. Наиболее частым фактором является деятельность человека (примерно 90% случаев). Отсюда следует рациональная связь между частотой возгораний и численностью населения. Чаще всего возгоранию подвергаются остатки древесной и травяной растительности лесов. Это становится итогом воздействия совокупности большого количества природных факторов:

- вид, влагосодержание и запас лесных горючих материалов (ЛГМ);
- скорость ветра;
- характер ландшафта;
- влажность воздуха;
- температура воздуха;
- состояние (стабильность) атмосферы;
- фенологические фазы растущей растительности;
- погода;
- интенсивность солнечной радиации;
- вид, влагосодержание и запас ЛГМ;

- скорость ветра;
- совокупность метеорологических факторов [14].

От разности температур потоков воздуха во время пожара образуются завихрения – смерчи, которые становятся предпосылкой переброски огня через природные и искусственные преграды. Например, переход огня через дороги и минерализованные полосы. Это говорит о том, что лесостепные пожары могут охватывать большие площади в несколько сотен, и даже тысяч квадратных километров. Выгоревшая площадь пожара в основном имеет форму круга, а при сильных порывах ветра принимает треугольную форму. Стремительно распространяясь, пожары очень скоротечны, но часто им характерна низкая интенсивность. Лесостепным пожарам присуща отличительная черта и заключается она в том, что травяная растительность более продуваема, чем, например, слой опавших листьев. Именно поэтому они напоминают верховые лесные пожары, так как при сильном ветре продвижение лесостепного пожара происходит по верхним частям растений, а остальная часть догорает с заметно меньшей продолжительностью. Еще одна отличительная особенность лесостепного от низового лесного пожара – скорость распространения первого существенно выше, так как данный пожар происходит не под пологом леса, а на открытом пространстве. Человек на протяжении столетий сталкивался с лесостепными пожарами, но по-настоящему серьезной проблемой это явление стало только в XX веке, когда экосистема степей практически утратила способность к саморегуляции. Действия человека привели к тому, что в лесостепях почти не осталось крупных копытных животных, которые поедают растения и вытаптывают тропы, являющиеся естественным препятствием на пути огня. Лесостепные пожары России характерны для южных районов Урала, Поволжья, Сибири. Широко они распространены на территории Заволжско-Уральского региона [15]. Установлено, что пожары распространены повсеместно на данной территории, но более типичны они для лесостепной и степной зоны. При этом в лесостепи и в северной степи основной ограничивающий фактор их развития – пахотные земли. Так же была замечена тенденция к глобальной

активизации пожаров травы, увеличению их частоты, площади и количества. Причиной данного неблагоприятного экологического процесса послужило резкое сокращение поголовья скота и нагрузки на пастбищные угодья в конце XX в., впоследствии сопровождавшееся восстановлением степной флоры, накоплением растительной ветоши и подстилки. При отсутствии явно выраженных изменений в климате, именно эта причина стала определяющей, а многолетние вариации развития пожаров были обусловлены специфичностью условий погоды отдельных лет. На основании этого можно сделать вывод о том, что необходимо восстановление сельскохозяйственных производств с учетом противопожарных принципов.

Пожар в лесостепи представляет собой стремительное распространение огненного фронта на большие площади. Травы, произрастающие в степях, имеют высокую степень возгорания. Возникший огонь может моментально перекидываться на другие растения, охватывая все большие и большие участки. Скорость продвижения огня может составлять до 10 – 15 метров в минуту, так как на открытой местности дуют довольно сильные приземные ветры. Возникновения лесостепных пожаров может произойти, как по естественным причинам, так и по вине человека. Природные факторы – самовозгорание сухой травы, удар молнии (после сухой грозы дерево, в которое попала молния, может загореться через два-три дня). Значительно чаще вызывают пожар человеческая неосторожность или халатность [16]. Главная причина образования лесостепных пожаров ежегодно – недостаточное или нерегулярное использование пахотных и пастбищных угодий в дополнении к этому человеческий фактор. Большинство пожаров возникает в 5-километровой пригородной зоне. Чаще всего это связано с массовыми несанкционированными поджогами сухой травы на пограничных территориях и неосторожным обращением с огнем. Основные причины возникновения огненной стихии в лесостепной зоне, которые обычно связаны с антропогенной деятельностью:

- 1) выжигание сухой травы вблизи лесов, не потушенный огонь (спички, сигареты, оставленный костер);

2) сжигание мусора на граничащих с лесопосадками полигонах твёрдых бытовых отходов; 3) искры от глушителя транспортного средства, тлеющий пыж от охотничьего ружья;

4) умышленный поджог;

5) бутылки и осколки стекла (действуют как линзы).

Частота возгораний в первую очередь определяется скоростью движения фронта порывов ветра, высотой пламени, глубиной (шириной) горячей кромки и тепловыделением с 1 погонного метра фронтального края. Тепловыделение – комплексный параметр, учитывающий свойства и количество легко возгораемого сырья, его влажность и скорость ветра. Он увеличивает транспирацию и уменьшает единицу влаги в горючих материалах [17]. Сухие ветры резко повышают пожарную опасность, влажные – понижают. Совокупность метеорологических факторов, текущих и предшествующих пожару, определяют развитие пожара [18].

### 1.3 Классификация лесных пожаров

Лесные пожары делятся на низовые и верховые. Низовые пожары подразделяются на беглые и устойчивые. Наиболее распространены низовые пожары (около 90%), на верховые приходится 6-7% [19].

Низовые беглые пожары возникают и распространяются на участках с травяным покровом в весенний период. Высота пламени 0,3-3 метра, скорость распространения до 3 м/мин. При этом погибает 15-30% подроста и тонкомерных стволов, отпад в древостое составляет около 5% [20]. Беглый низовой пожар приводит к снижению прироста в год пожара. Имеет скорость распространения (0,2-0,8 м/мин), высота пламени 25-70 см, ширина кромки огня 15-30 см. Длительное горение в одном месте приводит к выгоранию корневых систем и прогоранию стволов по окружности. Отпад деревьев может составить от 15 до 95%. Низовые пожары характеризуются распространением огня по напочвенному покрову. По скорости распространения огня и характеру горения

низовые пожары подразделяются на два подвида: беглые и устойчивые [21]. Беглый низовой пожар, как правило, развивается в весенний период, когда подсох лишь самый верхний слой мелких горючих материалов напочвенного покрова и прошлогодняя травянистая растительность. Скорость распространения огня довольно значительна – 300-600 м/ч и находится в прямой зависимости от скорости ветра в приземном слое. В отдельных случаях беглый низовой пожар может перейти в верховой, особенно в молодых хвойных насаждениях с низко опущенными кронами. Для низового пожара характерна вытянутая форма пожарища с неровной зигзагообразной кромкой по фронту продвижения огня. Дым светло-серого цвета.

Верховые пожары возникают преимущественно в хвойных лесах с вертикально и горизонтально сомкнутым пологом. Практически все верховые пожары начинаются с низовых, при этом наряду с горением напочвенного покрова и подстилки горят кроны и стволы деревьев. Огонь распространяется по кронам скачками со скоростью 250-300 м/мин на расстояние 70-90 метров. Сильный верховой пожар возникает достаточно редко, и, как правило, в труднодоступных горных районах. Большой риск таких пожаров существует в зарослях хвойных молодых деревьев, а также дубовых пород с формой кустарника. Древостои погибают полностью. Опасность торфяных пожаров часто недооценивается как гражданами, так и органами власти и местного самоуправления, отвечающими за пожарную безопасность и защиту населения от чрезвычайной ситуации. Подземные пожары отличаются тем, что их сложно обнаружить. Лишь по небольшому выделению дыма из почвы можно догадаться о том, что под землей тлеет торф. Площадь горения может составить до десятков тысяч километров и все это под землей, образуя небольшие очаги на поверхности [22]. Торфяные пожары распространяются по 5-6 метров в сутки, отличаются устойчивым горением и выделением едкого дыма. Выделяются две разновидности торфяных пожаров: одноочаговые и многоочаговые. Первый вид возникает из костров или удара молнии в одном конкретном месте.

Многоочаговые образуются из нескольких точек подземного горения органических веществ.

Таблица 1 – Классификация ЛГМ [23]

	Группа ЛГМ	Вид горючего материала	Тип горения
Проводники горения	I	Опад, лишайники, мхи	Преимущественно пламенное
	II	Лесная подстилка, торф	Тление
	III	Здоровая древесина	Горит
Поддерживающие горение	IV	Травы, кустарники	Пламенное
	V	Подрост и подлесок	Преимущественно пламенное, хвойные горят интенсивней, чем лиственные
Задерживающие горение	VI	Хвоя, листва, мелкие сучья полога древостоя	Преимущественно пламенное, хвойные горят интенсивней, чем лиственные
Задерживающие горение	VII	Некоторые виды трав, кустарничков деревья	Самостоятельно не горят из-за высокого содержания влаги или особенностей химического состава

#### 1.4 Пути снижения пожарной опасности на особо охраняемых природных территориях (ООПТ)

Особенность угрозы лесных пожаров в лесах ООПТ состоит в том, что она возникает редко, но отрицательные последствия ее достаточно велики [24]. Поэтому мероприятия по снижению пожарной опасности таких лесов должны быть многофункциональными, рассчитаны на чрезвычайные лесопожарные ситуации и устойчивы во времени. Для повышения пожарной устойчивости лесов и снижения степени пожарной опасности предусматриваются: очистка

лесов от захламленности; регулирование состава древостоев; санитарные рубки. Кроме этих мероприятий создаются противопожарные барьеры в лесах, то есть участки территории, препятствующие распространению и развитию лесных пожаров. К специально создаваемым на территории лесного фонда противопожарным барьерам, согласно ГОСТ Р 57972-2017 Объекты противопожарного обустройства лесов. Общие требования относят: минерализованные полосы; противопожарные разрывы; заслоны; опушки; канавы. Кроме того, учитываются все естественные барьеры, то есть реки, озера, каменистые россыпи, болота. В качестве противопожарных барьеров используются также дороги, тропы, трелевочные волоки, очищенные просеки, трассы ЛЭП [25]. В заслонах из хвойных пород производится уборка хлама, хвойного подроста, обрубка ветвей на высоту 1,5-2,0 м, прокладываются минерализованные полосы через каждые 20-30 м.

Назначение комплекса противопожарных профилактических мероприятий на конкретном лесотаксационном выделе производится на основе анализа лесопирологических характеристик участков земель лесного фонда [26]. Мероприятия по снижению запасов лесных горючих материалов проводятся на полосе 30 м по границам лесопирологических выделов. Приводится анализ линейных образований, которые можно использовать в качестве противопожарных барьеров. Более подробно рассматриваются барьеры, созданные на основе использования природной способности основных групп типов напочвенного покрова (травяных и мшистых) в различные периоды пожароопасного сезона, при III, реже IV классах пожарной опасности по условиям погоды препятствовать распространению огня лесного пожара. Применение предложенной системы мероприятий по снижению пожарной опасности в припоселковых лесах, лесах ООПТ позволит снизить затраты на тушение, предотвратить возникновение верховых лесных пожаров, сохранить лесную экосистему, с которой наиболее часто контактирует человек.

## 1.5 Противопожарные мероприятия на участке заповедника «Хол-Богаз»

Физические основы приостановления возгорания – это предотвращение начавшегося пожара, ликвидации горения достигается применением одного или нескольких основных пунктов [27]:

1. Ограничить поступление кислорода к горючему материалу (изоляция пеной, грунтом).
2. Остудить воспламенившиеся сырье до полной остановки пиролиза (полив водой, специальными растворами, засыпка грунтом).
3. Убрать горючие материалы на траектории пожара; выставить на пути огня оградительные полосы (минерализованные полосы, полосы, созданные отжигом).
4. Оградить пламя (сдувание, захлестывание, пена).
5. Комбинированное действие – изоляция и охлаждение грунтом, химически растворами, водой.

В соответствии с Приказом МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 "Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ" – тактика предотвращения возгорания содержит определение способов и приёмов ликвидации, расчёт численности группы и технических составляющих для прекращения пожара, составление схемы подавления. В зависимости от вида и силы пожара, погодных условий выбирается схема тушения:

- окружение пожара;
- оградительная полоса или отжиг;
- атака с фронта;
- захват с тыла.

Современное развитие систем управления и техники позволяет тушить пожары достаточно эффективно на ранней стадии в любой точке.

В целях противопожарной профилактики проводится прогнозирование опасных факторов пожара, оно позволяет разработать рекомендации по

безопасной эвакуации, оценить фактические пределы огнестойкости, создать улучшенные системы сигнализации и пожаротушения, а также проводятся профилактические мероприятия по обеспечению информацией о противопожарных мероприятиях среди граждан.

## 2 Описание объекта заповедника «Хакасский»

### 2.1 Физико-географическая характеристика заповедника «Хакасский»

Природно-климатические условия горно-таежной территории заповедника «Хакасский» и степных участков настолько различны, что их нужно рассматривать как отдельные экосистемы, а степные участки, представленные холмисто-увалистым рельефом, невысокими хребтами, кряжами, отдельными сопками и возвышенностями требуют индивидуального описания.

Все степные участки заповедника «Хакасский» входят в состав Алтая-Саянской горной страны и располагаются в пределах Минусинской (или Назарово-Минусинской) межгорной впадины, которая включает несколько самостоятельных впадин, разделенных хребтами-перемычками. Система Минусинских впадин в геологическом отношении представляет собой вытянутый в меридиональном направлении межгорный прогиб, впервые выделенный И.В. Лучинским (1957).

Специфика природных условий участков заповедника, определяющая богатый набор биологического и ландшафтного разнообразия, позволяет объединить все участки в две природные группы – степную и горно-таежную.

I. Степная группа включает в себя 7 участков:

- участок «Озеро Шира» (площадь 1397 га);
- участок «Озеро Иткуль» (площадь 5547 га);
- участок «Озеро Белё» (площадь 5301 га);
- участок «Оглахты» (площадь 2913 га);
- участок «Камызякская степь с озером Улуг-Коль» (площадь 4789 га);
- участок «Хол-Богаз» (площадь 2499 га);
- участок «Подзаплоты» (площадь 5262 га).

II. Горно-таёжная группа включает в себя 2 участка, расположенных в среднегорной и высокогорной части северного макросклона Западного Саяна:

- участок «Малый Абакан» (площадь 97829 га);

- участок «Заимка Лыковых» (площадь 142441 га).

Территория заповедника представлена 9 отдельными кластерными участками, расположенными в северной, средней и южной части республики Хакасия. Это обуславливает разнообразие погодных и лесорастительных условий, различную степень освоенности территорий и способствует возникновению природных пожаров в том или ином кластерном участке.

Анализ горимости растительности на территории заповедника за анализируемый период (2015-2020гг.) показал, что природным пожарам наиболее подвержены степные и лесостепные участки. Практически во всех случаях пожар приходит с соседних территорий, как правило в весенний период, предположительно вследствие проведения неконтролируемых сельхозпалов. При этом виновное лицо установить не представляется возможным.

Наибольшая площадь пожарами была пройдена в 2015 году 16962 га. Причиной послужила погодная аномалия – внезапное усиление ветра до 30 м/с, повышение температуры воздуха и понижение влажности.

По шкале М.А. Софронова относительная горимость во всех степных участках характеризуется как очень высокая, а в горно-таежных низкая. Регистрируются низовые пожары разной интенсивности [28].

Таблица 2 – Шкала оценки фактической горимости лесов (по М.А. Софронову)

Частота пожаров 100тыс.га за сезон	Относительная площадь пожаров за сезон, %	Фактическая горимость (классы)
≤0,5	≤0,01	Низкая
0,6-2,0	0,01-0,03	умеренная
2,1-7,0	0,03-0,10	повышенная
7,1-20,0	0,1-0,3	высокая
≥20,1	≥0,3	очень высокая

Заповедный участок располагается в районе хребта Азыр-Тал Батеневского низкогорного кряжа Кузнецкого Алатау. Находится в Усть-

Абаканском районе Республики Хакасия, координаты 53°50'12"N 90°17'43"E (Приложение А Рисунок 1)

Тип ландшафта – среднегорный. Склоны хребтов разной экспозиции асимметричны: северные – пологие, длинные, покрыты лесом; южные – крутые, скалистые, часто совершенно безлесные. Возвышенности, сложенные древними известняками, независимо от экспозиции, имеют крутые скалистые склоны.

Степные южные склоны заняты обыкновенными чернозёмами, преимущественно маломощными и сильнощебенистыми. В широких сухих логах располагаются обыкновенные чернозёмы. Под лесами на известняках господствуют дерново-карбонатные почвы.

Во флоре участка отмечено более 317 видов высших сосудистых растений, из них 4 вида занесены в Красную книгу России, 10 видов – в Красную книгу Хакасии. На участке преобладает лесной тип растительности, представленный преимущественно парковыми лиственничными и берёзово-лиственничными лесами, распространены каменистые степи и заросли степных кустарников.

Животный мир включает 31 вид наземных насекомых, 3 вида земноводных, 5 видов пресмыкающихся, 121 вид птиц, 44 вида млекопитающих. Среди них 7 видов птиц и 2 вида млекопитающих занесены в Красную книгу Республики Хакасия.

## 2.2 Особо охраняемые природные территории России

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны [29]. Министерство природных ресурсов и экологии Российской

Федерации осуществляет государственное управление в области организации и функционирования особо охраняемых природных территорий федерального значения.

Основной целью создания ООПТ является сохранение уникальных природных объектов, генофонда растений и животных, обеспечение оптимальных условий для воспроизводства природных ресурсов [30]. Особо охраняемые природные территории могут иметь федеральное, региональное или местное значение и находиться в ведении соответственно федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, а также в ведении государственных научных организаций и государственных образовательных организаций высшего образования.

### 2.3 Виды ООПТ и их назначение

С учётом особенностей режима ООПТ и статуса находящихся на них природоохранных учреждений различаются следующие категории указанных территорий [30]:

- Государственные природные заповедники (в том числе биосферные).
- Национальные парки.
- Природные парки.
- Государственные природные заказники.
- Природные памятники.
- Дендрологические парки и ботанические сады.

Некоторые ООПТ относятся к объектам Всемирного природного наследия. Государства, на территории которых расположены объекты Всемирного наследия, берут на себя обязательства по их сохранению. В состав находящихся на территории России одиннадцати объектов Всемирного природного наследия входят 13 заповедников, 7 национальных парков,

3 федеральных заказника, несколько памятников природы и буферные зоны заповедников [31].

В государственных природных заповедниках могут выделяться участки, на которых исключается всякое вмешательство человека в природные процессы. На специально выделенных участках частичного хозяйственного использования, не включающих особо ценные экологические системы и объекты, ради сохранения которых создавался государственный природный заповедник, допускается деятельность, которая направлена на обеспечение функционирования государственного природного заповедника и жизнедеятельности граждан, проживающих на его территории, и осуществляется в соответствии с утверждённым индивидуальным положением о данном государственном природном заповеднике [32].

При принятии решений о создании особо охраняемых природных территорий учитывается:

а) значение соответствующей территории для сохранения биологического разнообразия, в том числе редких, находящихся под угрозой исчезновения и ценных в хозяйственном и научном отношении объектов растительного и животного мира и среды их обитания;

б) наличие в границах соответствующей территории участков природных ландшафтов и культурных ландшафтов, представляющих собой особую эстетическую, научную и культурную ценность;

в) наличие в границах соответствующей территории геологических, минералогических и палеонтологических объектов, представляющих собой особую научную, культурную и эстетическую ценность;

г) наличие в границах соответствующей территории уникальных природных комплексов и объектов, в том числе одиночных природных объектов, представляющих собой особую научную, культурную и эстетическую ценность.

Органы государственной власти субъектов Российской Федерации согласовывают решения о создании особо охраняемых природных территорий регионального значения [33], об изменении режима их особой охраны с:

а) уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды;

б) федеральными органами исполнительной власти в области обороны страны и безопасности государства, если предполагается, что в границах особо охраняемых природных территорий будут находиться земли и другие природные ресурсы, предоставленные для нужд Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов.

7. Субъекты Российской Федерации вправе осуществлять софинансирование расходных обязательств Российской Федерации, возникающих при выполнении полномочий, связанных с созданием и развитием особо охраняемых природных территорий федерального значения, из бюджетов субъектов Российской Федерации.

8. Органы местного самоуправления создают особо охраняемые природные территории местного значения на земельных участках, находящихся в собственности соответствующего муниципального образования. В случае, если создаваемая особо охраняемая природная территория будет занимать более чем пять процентов от общей площади земельных участков, находящихся в собственности муниципального образования, решение о создании особо охраняемой природной территории орган местного самоуправления согласовывает с органом государственной власти соответствующего субъекта Российской Федерации.

9. Органы местного самоуправления решают предусмотренные Федеральным законом "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации" вопросы использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов особо охраняемых природных территорий, расположенных в границах населенных пунктов поселения, городского округа, в соответствии с положениями о соответствующих особо охраняемых природных территориях.

10. Для предотвращения неблагоприятных антропогенных воздействий на государственные природные заповедники, национальные парки, природные

парки и памятники природы на прилегающих к ним земельных участках и водных объектах устанавливаются охранные зоны. Положение об охранных зонах указанных особо охраняемых природных территорий утверждается Правительством Российской Федерации. Ограничения использования земельных участков и водных объектов в границах охранной зоны устанавливаются решением об установлении охранной зоны особо охраняемой природной территории.

11. Решения об установлении, изменении, о прекращении существования охранных зон особо охраняемых природных территорий, указанных в пункте 10 настоящей статьи, принимаются в отношении:

а) охранных зон государственных природных заповедников, национальных парков и памятников природы федерального значения федеральным органом исполнительной власти, в ведении которого находятся указанные особо охраняемые природные территории;

б) охранных зон природных парков и памятников природы регионального значения высшим должностным лицом субъекта Российской Федерации (руководителем высшего исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации).

12. Обязательным приложением к решению о создании особо охраняемой природной территории являются сведения о границах такой территории, которые должны содержать графическое описание местоположения границ такой территории, перечень координат характерных точек этих границ в системе координат, используемой для ведения Единого государственного реестра недвижимости.

13. Форма графического описания местоположения границ особо охраняемой природной территории, требования к точности определения координат характерных точек границ особо охраняемой природной территории, формату электронного документа, содержащего указанные сведения, устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и

нормативно-правовому регулированию в сфере ведения Единого государственного реестра недвижимости, осуществления государственного кадастрового учета недвижимого имущества, государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним, предоставления сведений, содержащихся в Едином государственном реестре недвижимости.

14. Основные виды разрешенного использования земельных участков, расположенных в границах особо охраняемых природных территорий, определяются положением об особо охраняемой природной территории. Положением об особо охраняемой природной территории могут быть также предусмотрены вспомогательные виды разрешенного использования земельных участков. В случае зонирования особо охраняемой природной территории основные и вспомогательные виды разрешенного использования земельных участков предусматриваются положением об особо охраняемой природной территории применительно к каждой функциональной зоне особо охраняемой природной территории.

Природные охраняемые территории лишь по своей форме выглядят как «пассивная» охрана природы. На самом же деле они выступают как регуляторы экологического равновесия – одна из самых эффективных форм природопользования, а в сумме с удовлетворением рекреационных потребностей общества рассматриваются как неотъемлемый элемент его социально-экономического развития [34].

### 3 Описание и характеристика чрезвычайных ситуаций

#### 3.1 Краткое описание рассматриваемой чрезвычайной ситуации лесного пожара

В 10 ч 00 мин на территории заповедника «Хол-Богаз» с лесным типом растительности, преимущественно лиственничными (средний диаметр древостоя 32 см) и березово-лиственничными лесами (средний диаметр древостоя 28 см) произошло возгорание нижнего яруса лесной растительности [35]. Площадь пожара на момент прибытия пожарно- спасательных подразделений составила 20 га. Способ обнаружения лесного пожара – патрулирование.

Исходные данные:

- температура воздуха на момент обнаружения пожара,  $t^{\circ}=16,3^{\circ}\text{C}$ ;
- температура воздуха на 12 ч,  $t^{\circ}=20,1^{\circ}\text{C}$ ;
- влажность воздуха  $\phi=16\%$ ;
- скорость ветра  $V=3\text{ м/с}$ ;
- направление ветра: южный;
- характер местности – рельеф резко расчленённый, с крутыми склонами южных экспозиций и более пологими – северных;
- среднее количество осадков составляет 0,8 мм в сутки;
- количество дней, прошедших после последнего дождя  $n=8$ ;
- точка росы на 12 ч  $\tau^{\circ}=-11,1^{\circ}$ .

Существующие методики оценки лесопожарной обстановки позволяют определить площадь и периметр зоны возможных пожаров в районе. Исходными данными являются – время развития пожара и значение лесопожарного коэффициента, который рассчитываем по формуле 1:

$$K = n * (t^{\circ} - \tau^{\circ}) * t^{\circ} = 8 * (20,1 - (-11,1)) * 16,3 = 4068,48 \quad (1)$$

Исходя из расчетов по общероссийской шкале (Приложение Б таблица Б 1) определили, что степень пожарной опасности в лесу средняя, класс пожарной опасности – III.

Пожар возник в результате несоблюдения правил пожарной безопасности.

Определение скорости распространения пожара в лесу осуществляется по номограмме. Откладывается по осям значения скорости ветра  $V_{в}=3$  м/с и относительной влажности воздуха  $\phi=16\%$  (по исходным данным), и восстанавливаются перпендикулярно к осям. Точка пересечения на номограмме, находится в области II. Исходя из рисунка 4 делаем вывод, в лесу распространяется сильный низовой пожар со средней скоростью распространения пожара 200 м/ч и высотой пламени 1-2 м.

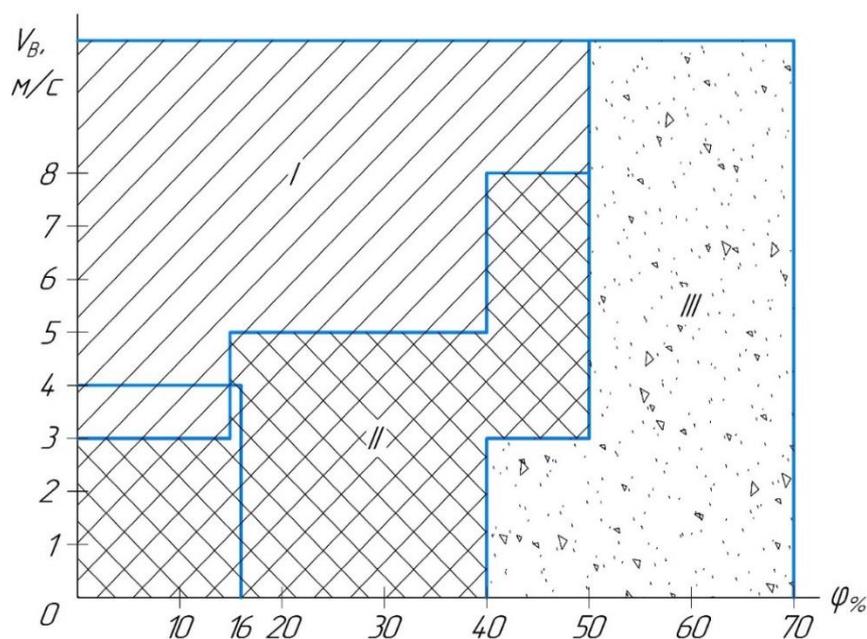


Рисунок 1 – Номограмма определения скорости распространения лесного пожара  $V_{п} = t$  ( $\phi$ ,  $V_{в}$ )

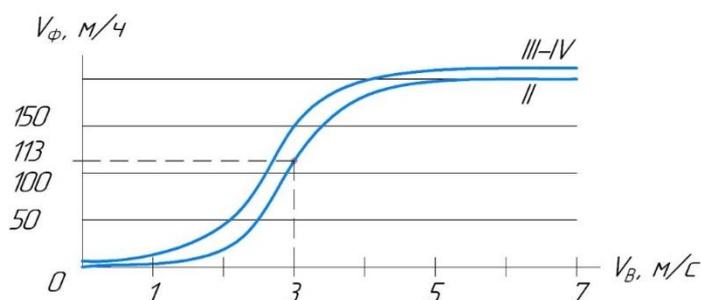
Область I соответствует высоким скоростям распространения пожара (до 6-7 км/ч). Возникают низовые и верховые пожары, высота пламени достигает до 50 м.

Область II соответствует скорости распространения около 200 м/ч. Это пожары средней силы. Высота пламени при таких пожарах достигает 1-2 м.

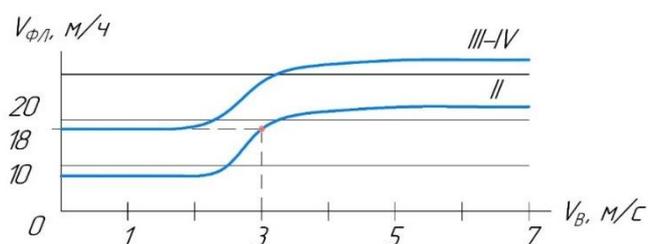
Область III – медленно распространяющиеся пожары, их скорость менее 200 м/ч.

Таким образом, сделан прогноз и оценка пожарной обстановки в лесу. Определено, что через 60 часов, при скорости ветра 3 м/с, площадь лесного пожара  $S_{\Pi}=5,49 \text{ км}^2$ , периметр пожара  $P_{\Pi}=1,17 \text{ км}$ .

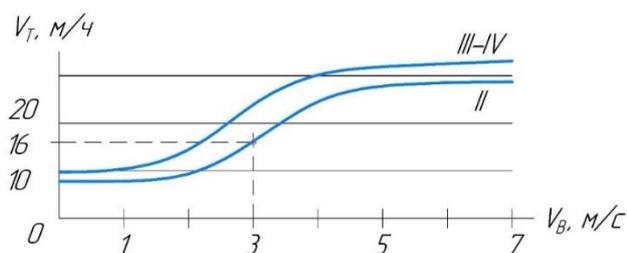
Для определения линейной скорости распространения фронта, флангов и тыла лесного пожара используем II класс горимости лесных насаждений (Приложение Б таблица Б 2) и скорость ветра в момент обнаружения пожара (Рисунок 2). Откладываем на оси значение скорости ветра  $V_B=3 \text{ м/с}$ , восстанавливаем перпендикуляр до линии, соответствующей классу пожарной опасности – III (по исходным данным) и восстанавливается перпендикуляр на ось линейная скорость распространения фронта, флангов и тыла лесного пожара (рисунок 3 а, б, в соответственно).



а) – скорость распространения фронта пожара.



б) – скорость распространения флангов пожара



в) – скорость распространения тыла пожара

Рисунок 2 (а, б, в) – Зависимость линейной скорости распространения низового пожара от скорости ветра ( $V_B$ )

Определены линейные скорости фронта, фланга и лесного тыла пожара, значения которых составляет:

1. Линейная скорость распространения фронта лесного пожара составит  $V_{\phi}=113$  м/ч.

2. Линейная скорость распространения флангов лесного пожара составит  $V_{\phi л}=18$  м/ч.

3. Линейная скорость распространения тыла лесного пожара составит  $V_T=16$  км/ч.

Данный лес преимущественно состоит из лиственных, средний диаметр древостоя 32 см, средняя высота нагара 3,5 метра (Приложение Б таблица Б 3). Определили, что степень повреждения древостоя – II (Приложение Б таблица Б 4).

Необходимо рассчитать общую продолжительность локализации пожара при двустороннем распространении огня, т.е. по фронту с последующем введением сил и по формуле:

$$\tau_{\text{лок}} = \frac{2 * [a * V_{\text{фр}} * (T_{\text{св}} + \tau'_{\text{лок}})]}{V_p * K_{\text{лок}} * 1,5} \quad (2)$$

$$\tau_{\text{лок}} = \frac{2 * [113 + 2 * 1,88 * (60 + 2520)]}{3,76 * 1,45} = 3601 \text{ мин} = 60 \text{ ч}$$

где – линейная скорость распространения фронта лесного пожара,  
 $V_{\text{фр}}=113 \text{ м/ч}=1,88 \text{ м/мин}$ ;

$T_{\text{св}}$  – время свободного развития пожара (до введения в действие стволов первыми прибывшими подразделениями),  $T_{\text{св}}=60 \text{ мин}$ ;

$K_{\text{лок}}$  – коэффициент локализации,  $K_{\text{лок}}=1,45$ ;

$\tau'_{\text{лок}}$  – продолжительность локализации пожара по фронту распространения огня, которая определяется по формуле:

$$\tau'_{\text{лок}} = \frac{P_{\text{п}}}{V_{\text{лок}}} = \frac{20000}{7,8} = 2520 \text{ мин.} \quad (3)$$

где  $V_{\text{лок}}$  – скорость локализации пожара,  $V_{\text{лок}}=7,8 \text{ м}$ ;

$P_{\text{п}}=20 \text{ га}=20000 \text{ м}$  – площадь пожара, за время распространения  $t_1=1 \text{ ч}$ ;

$V_{\text{р}}=3,76 \text{ м/мин}$  – скорость роста площади пожара, которая определяется по формуле:

$$V_{\text{р}} = 2 * V_{\text{фр}} = 2 * 1,88 = 3,76 \text{ м/мин} \quad (4)$$

Зная также продолжительность локализации пожара по фронту распространения огня (величина  $\tau'_{\text{лок}}$ ) и время свободного развития пожара (величина  $T_{\text{св}}$ ), можно определить величину площади пожара ( $S_{\text{п}}$ ) в момент локализации по формуле:

$$S_{\text{п}} = V_{\text{п}} * (T_{\text{св}} + \tau'_{\text{лок}}) = 213 * (60 + 2520) \approx 549 \text{ га} \quad (5)$$

где  $V_{\text{п}} = 213 \text{ м/мин}$  – линейная скорость пожара, которая определяется по формуле:

$$V_{\text{п}} = a * V_{\text{фр}} = 113 * 1,88 = 213 \text{ м/мин} \quad (6)$$

Периметр пожара  $P$  (км) определяется по выражению:

$$P = 0,5 * \sqrt{S} \quad (7)$$

Для определение возможной площади и периметра лесного пожара построим номограмму, используя следующие показатели:

1) лесопожарный коэффициент  $\eta$ , величина постоянна: для большей части СНГ в марте-мае  $\eta=0,7$ , в Сибирских регионах России –  $\eta=0,65$ ;

2) время прибытия средства пожаротушения на место пожара  $t_{\text{разв}}=1 \text{ час}$ ;

3) время локализации пожара  $\tau_{\text{лок}}=60 \text{ часов}$ .

Выбирается линия соответствующая лесопожарному коэффициенту  $\eta=0,65$ , через точку пересечения этой линии и соответствующей времени развития возгорания  $S_{разв}=1$  ч, проводим пунктирную линию. По номограмме получаем значения площади:  $S_{\Pi}=549$  га= $5,49$  км<sup>2</sup> и периметра:  $P_{\Pi}=1,17$  км.

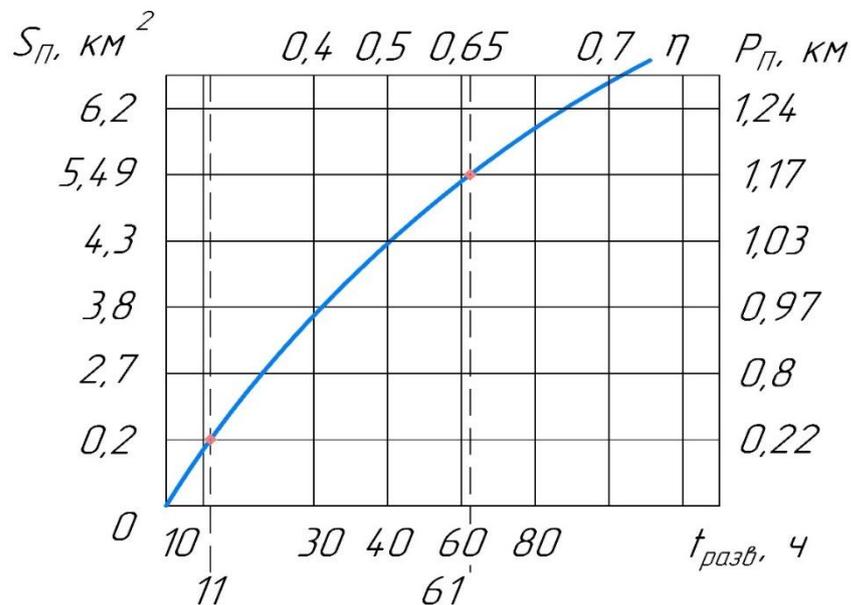


Рисунок 3 – Номограмма определение площади  $S_{\Pi}$  и периметра  $P_{\Pi}$  ( $\eta, t_{разв.}$ ) лесного пожара

Данные развития лесного пожара приведены в Приложении В таблица В 1

### 3.2 Расчет сил и средств, необходимых для локализации и ликвидации лесного пожара

Ликвидация пожара состоит из следующих стадий: локализация, остановка пожара (прекращение пламенного горения), дотушивание (тушение всех очагов горения внутри пожарища) и окарауливание.

Для расчета сил и средств, необходимых для локализации и ликвидации лесного пожара определяются:

- требуемое количество пожарных автомобилей на непосредственное тушение пожара;
- требуемый расход воды на непосредственное тушение пожара;
- требуемое количество стволов на непосредственное тушение пожара;

- требуемое количество личного состава на непосредственное тушение пожара.

Требуемый расход воды на непосредственное тушение пожара (величина  $Q_{тр}$ ) – рассчитаем по формуле:

$$Q_{тр} = 2 * J_{тр} * \left[ a * \left( 1 + \frac{2 * V_{фл}}{V_{лок}} \right) + V_{фр} * T_{св} \right] = \quad (8)$$
$$= 2 * 0,5 * \left[ 113 + \left( 1 + \frac{2 * 0,45}{17,9} \right) + 1,88 * 60 \right] = 226 \text{ л/сек}$$

где  $Q_{тр}$  – требуемый расход воды, л/сек;

$J_{тр}=0,5$  л/сек –требуемая интенсивность подачи воды;

$a=113$  м – фронт распространения огня;

$V_{фр}=113$  м/ч = 1,88 м/мин – линейная скорость распространения фронта лесного пожара;

$V_{фл}=27$  м/ч = 0,45 м/мин – линейная скорость распространения флангов лесного пожара;

$T_{св}=60$  мин – время свободного развития пожара (до введения в действие стволов первыми прибывшими подразделениями);

$V_{лок}=17,9$  м/мин – скорость локализации пожара, которая определяется по формуле:

$$V_{лок} = \frac{Q_{ф}}{J_{тр} * T_{вв}} = \frac{224}{0,5 * 25} = 17,9 \text{ м/мин} \quad (9)$$

где  $J_{тр}$  – требуемая интенсивность подачи воды,  $J_{тр}=0,5$  л/сек;

$T_{вв}$  – продолжительность введения стволов,  $T_{вв}=25$  мин;

$Q_{ф}$  – фактический расход огнетушащих веществ, л/сек; который определяется по формуле:

$$Q_{ф} = N_{ст} * Q_{ст} = 32 * 7 = 224 \text{ л/сек} \quad (10)$$

Требуемое количество стволов на непосредственное тушение пожара определяется по формуле:

$$N_{ст} = \frac{Q_{тр}}{Q_{ст}} = \frac{226}{7} = 32 \text{ шт} \quad (11)$$

где  $Q_{тр}$  – требуемый расход воды,  $Q_{тр} = 226$  л/сек;

$Q_{ст.}$  – расход ствола по типу А,  $Q_{ст.} = 7$  л/сек.

Рассчитаем необходимое количество пожарных автомобилей:

где  $N_a$  (ПНС –110) – 110 л/сек – расчетная производительность насоса и автоцистерн;

$N_a$  (АЦ – 6,0-40) – 40 л/сек – расчетная производительность насоса по формуле:

$$N_a = \frac{4 * N_{ст} * Q_{ст}}{Q_H} \quad (12)$$
$$N_{a(ПНС-110)} = \frac{4 * 32 * 7}{110} = 8 \text{ ед}$$
$$N_{a(АЦ-6,0-40)} = \frac{4 * 32 * 7}{40} = 22 \text{ ед}$$

Исходя из расчетов, определили, что необходимо задействовать 8 автомобилей ПНС – 110 и 22 автоцистерны АЦ – 6,0-40.

Вычислим требуемое количество автомобилей  $N_a(АР-2)$  по рукавам, применив формулу 5:

$$N_{a(АР-2)} = \frac{1,2 * n_l * I_{м.л.}}{20 * n_p} = \frac{1,2 * 3 * 1200}{20 * 60} = 3 \text{ шт} \quad (13)$$

где  $n_l$  – число магистральных линий,  $n_l = 3$  шт;

$I_{м.л.}$  – длина магистральных линий,  $I_{м.л.} = 1200$  м;

$n_p$  – число рукавов на автомобиле  $\varnothing 77$  мм,  $n_p = 60$  шт.

По формулам 4 и 5, путем сложения, нашли необходимое количество единиц пожарной техники:

$$N_{пм}^{рас} = N_{a(ПНС-110)} + N_{a(АЦ-6,0-40)} + N_{a(АР-2)} = 8 + 22 + 3 = 33 \text{ ед} \quad (14)$$

Рассчитаем количество личного состава, задействованных для локализации и ликвидации лесного пожара. Определяем количество личного состава для работы со стволами по формуле:

$$N_{лс(трреб)}^{ст} = n_{лс} * N_{ст} = 2 * 32 = 64 \text{ чел} \quad (15)$$

где  $n_{лс}$  – количество личного состава, требуемого для работы со стволом (для ствола типа Б),  $n_{лс} = 2$  чел.

Определив требуемое количество людей, следует проверить, будет ли оно достаточным для пожарных автомобилей. Эта проверка осуществляется по количеству рассчитанных пожарных машин, тогда требуемое количество личного состава на пожарных машинах (величина  $N_{\text{лс(треб)}}^{\text{пм}} = N_{\text{лс(треб)}}^{\text{ст}}$ ) определяется по условию:

$$N_{\text{лс(треб)}}^{\text{пм}} = N_{\text{лс(треб)}}^{\text{ст}} \leq 5 * N_{\text{пм}}^{\text{рас}} = 5 * 33 = 165 \text{ чел} \quad (16)$$

где 5 – количество личного состава в боевом расчете одного отделения.

Необходимо рассчитать количество воды для тушения пожара. Для обеспечения ее подачи используем автоцистерны пожарные объемом 6 м<sup>3</sup>, смонтированные на полноприводных шасси УРАЛ-5557. Доставка воды к месту пожара осуществляется подвозом с использованием имеющейся пожарной и приспособленной техники. Для забора воды из наружных водоемчиков для заправки цистерн используются передвижные пожарные насосные станции ПНС-110 и автомобили АР-2 (43114). В соответствии с нормативами для тушения лесного низового пожара на площади 1 га требуется от 60 м<sup>3</sup> до 90 м<sup>3</sup> воды [36]. При ликвидации и локализации пожара задействовано автоцистерны АЦ – 6,0-40. Расстояние до ближайшего водоема (р.Уйбат) 2 км. Время к месту заправки автоцистерны водой и обратно составляет 30 минут.

Приведенный расчет является максимально удовлетворяющим вариантом, необходимых сил и средств, будет достаточно для тушения пожара в кратчайшие сроки и с минимальными затратами. Силы и средства для ликвидации и локализации лесного пожара приведены в Приложении Г таблица Г 1.

3.3 Силы и средства, задействованные для тушения лесного пожара на участке «Хол-Богаз». Средства оповещения

Пожарная часть № 102 ФГКУ "1 отряд ФПС по Республике Хакасия, задействованная на ликвидацию и локализацию лесного пожара на участке

«Хол-Богаз» имеет в подразделении 6 единиц пожарной техники и 40 человек личного состава.

В таблице 3 сделаем сравнение требуемых и фактических сил и средств при тушении лесного пожара.

Таблица 3 – Сравнение требуемого и задействованного количества сил и средств для проведения аварийно-спасательных работ

Наименование	Требуемое количество сил и средств	Фактическое количество сил и средств
Стволы, шт.	32	5
Пожарные автомобили, ед		
-ПНС-110	8	2
-АЦ-6,0-40	22	4
-АР-2	3	1
Личный состав со стволами, чел.	64	10
Личный состав на пожарных автомобилях, чел.	165	30

Исходя из таблицы 3 делаем вывод, что имеющихся сил и средств для ликвидации и локализации лесного пожара недостаточно.

Необходимо привлечения сил и средств для тушения лесного пожара в соответствии с приказом МЧС России от 25 октября 2017 г. № 467 "Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах".

На территории Республики Хакасия создана территориальная подсистема для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в пределах территории Республики Хакасия. Состоит из звеньев, соответствующих административно-территориальному делению Республики Хакасия, и объединяет органы управления, силы и средства территориальных органов федеральных органов исполнительной власти, исполнительных органов государственной власти Республики Хакасия, органов местного самоуправления, организаций, в полномочия которых входит решение вопросов по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Министерству транспорта и дорожного хозяйства Республики Хакасия обеспечивать в первоочередном порядке, по заявке Управления по гражданской обороне, чрезвычайным ситуациям и пожарной безопасности Республики Хакасия, доставку в районы чрезвычайных ситуаций и возвращение в места постоянной дислокации сил, средств и специальных грузов, необходимых для предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, за счет средств, предусмотренных в бюджете республики на предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций.

При недостаточности сил, средств и ресурсов в Республике Хакасия Правительство Республики Хакасия может обратиться за оказанием финансовой помощи к Правительству Российской Федерации (постановление Правительства Республики Хакасия от 18.12.2014 № 684).

На федеральном уровне, для ликвидации и локализации лесного пожара на ООПТ когда использование других средств пожаротушения либо заведомо не эффективно, либо не привело (не приводит) к положительному результату необходимо применить воздушные суда МЧС России (Положения Правил согласованы с требованиями Воздушного кодекса Российской Федерации, утвержденного Федеральным законом от 19 марта 1997 г. № 60-ФЗ [36], Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 22 сентября 1999 г. № 1084 Порядка применения авиации и авиационно-спасательных технологий в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, утвержденного приказом МЧС России от 23 июня 2015 г. № 324, документов, регламентирующих летную работу и безопасность полетов).

Системы оповещения населения о чрезвычайных ситуациях, в том числе системы экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций, создаются на региональном,

муниципальном и объектовом уровнях территориальной подсистемы (п. 4 в ред. постановления Правительства Республики Хакасия от 27.06.2014 №285).

Постановлением Правительства Республики Хакасия от 25.08.2005 №264 – руководители исполнительных органов государственной власти Республики Хакасия, органов местного самоуправления и организаций должны информировать население через средства массовой информации о введении на конкретной территории соответствующих режимов функционирования органов управления и сил территориальной подсистемы, а также мерах по обеспечению безопасности населения.

Прием и учет сообщений о лесных пожарах на территории заповедника «Хакасский», а также оповещение населения и противопожарных служб о пожарной опасности в лесах и лесных пожарах осуществляет:

1. ФГБУ «Государственный заповедник «Хакасский».
2. Оперативный дежурный смены ЦУКС ГУ МЧС России по РХ.
3. Отдел осуществления на землях лесного фонда федерального государственного лесного надзора (лесной охраны), федерального государственного пожарного надзора Министерства природных ресурсов и экологии Республики Хакасия в соответствии с Лесным Кодексом РФ статья 53.1. Предупреждение лесных пожаров.

### 3.4 Общее руководство ликвидацией чрезвычайной ситуации

Обязанность по организации тушения лесных пожаров на территории лесничества ГПЗ «Хакасский» возложена на Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный природный заповедник «Хакасский».

Общее руководство тушением лесных пожаров на особо охраняемой природной территории (ООПТ) и ответственность за полноту и своевременность принимаемых мер к их ликвидации возложены на Заместителя директора по охране территории — заместителя главного государственного инспектора в области охраны окружающей среды и Пожарной части № 102 ФГКУ "1 отряд

ФПС по Республике Хакасия" с.Усть-Бюрю Оснащение пожарно-химических станций I типа представлено в Приложении Д таблица Д 1. Схема управления на пожаре представлена на рисунке 4.

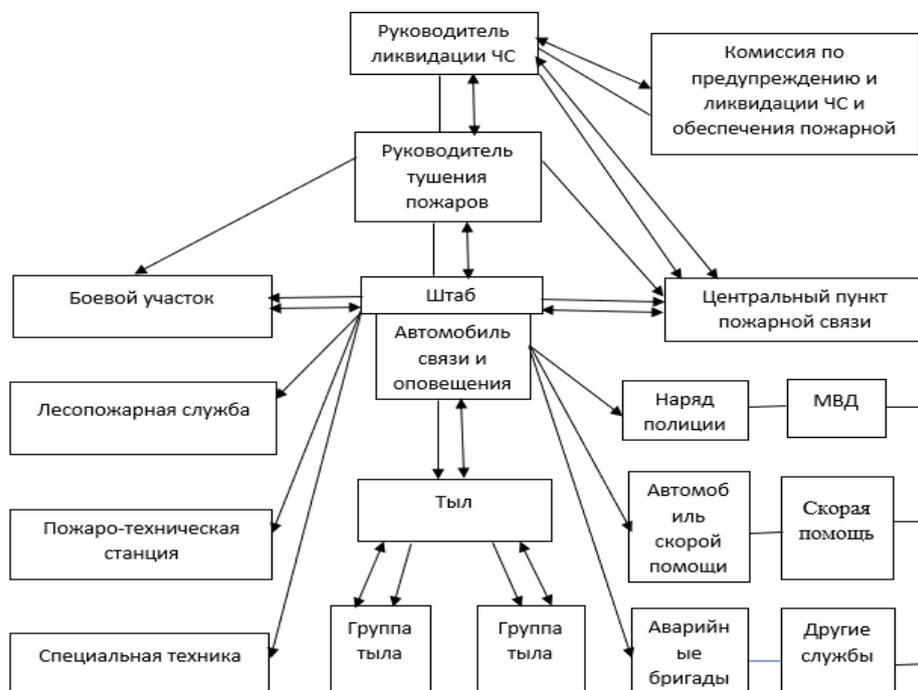


Рисунок 4 – Схема управления на лесном пожаре

Непосредственное руководство тушением ландшафтного пожара осуществляется руководителем тушения пожара (далее - РТП), который управляет на принципах единоначалия подразделениями лесопожарных организаций, а также привлекаемыми силами и средствами пожаротушения, участвующими в тушении лесных пожаров [37].

Руководитель тушения лесного пожара:

- осуществляет общее руководство имеющимися силами и средствами пожаротушения с целью ликвидации лесного пожара;
- отвечает за выполнение поставленных задач, разработку тактики и стратегии тушения лесного пожара, безопасность работников, участвующих в тушении пожара;
- устанавливает границы территории, на которой осуществляются действия по тушению лесного пожара, порядок и особенности указанных

действий, а также принимает решения о спасении людей и имущества при лесном пожаре;

- взаимодействует с Оперативным штабом;
- при необходимости назначает своего заместителя из числа наиболее опытных работников, участвующих в тушении лесного пожара;
- не оставляет место лесного пожара до тех пор, пока пожар не будет ликвидирован или локализован.

Руководитель тушения лесного пожара назначает начальника штаба.

По прибытии на пожар РТП, используя полученное от экипажа патрулирующего самолета, вертолета донесение о пожаре с данными его авиационной разведки, определяет тактические приемы и технические способы наиболее быстрой ликвидации пожара прибывшими силами и средствами.

Если пожар уже принял такие размеры и характер, что прибывших сил для быстрой его ликвидации явно недостаточно, РТП немедленно ставит об этом в известность лесхоз (или лесничество) и приступает к разведке пожара. При этом прибывшие силы и средства пожаротушения до окончания разведки и принятия решения о плане тушения следует временно использовать для задержки распространения пожара на наиболее опасные или ценные участки леса вблизи места нахождения этих сил и средств.

Руководитель тушения пожара назначает помощников для разведки пожара, руководства отдельными отрядами (или группами), осуществляющими работы на отдельных участках.

Целью разведки является обеспечение РТП необходимой информацией для разработки оперативного плана тушения и наблюдения за состоянием действующей и локализованной кромок пожаров.

По данным разведки и прогноза распространения и развития пожара руководитель тушения разрабатывает план его тушения.

Каждому отдельному отряду, команде, бригаде рабочих, привлеченных из населенных пунктов или отряду, команде, группе невоенизированных формирований гражданской обороны, либо воинскому подразделению, по

прибытии их на место пожара, руководитель тушения ставит определенную задачу по локализации и тушению пожара и отводит часть кромки пожара. Начальники (командиры) всех названных выше подразделений поддерживают постоянную связь с руководителем тушения и выполняют его указания.

Окарауливание организуется в процессе остановки пожара, когда работники, по мере продвижения вдоль кромки (или по трассе отжига) оставляют позади себя караульных, которые ликвидируют загорания за опорной полосой и дотушивают очаги по периферии пожара

После прекращения окарауливания периодический осмотр места пожара осуществляется наземными или авиационными средствами, вплоть до выпадения осадков в количестве не менее 3-5 мм

Мероприятий по организации наблюдения и контроля за пожарной опасностью в лесах и лесными пожарами на ООПТ Заповедника «Хакасский» представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень мероприятий по организации наблюдения и контроля за пожарной опасностью в лесах и лесными пожарами.

№ п/п	Вид мероприятия	Срок проведения	Лицо, ответственное за осуществление мероприятия
1	Наземное патрулирование территории (круглосуточный мониторинг пожарной обстановки): автомобильное, водное, конное, пешее. Общее количество маршрутов – 19, протяженность – 579 км.	с начала пожароопасного периода до его окончания	участковый государственный инспектор
2	Наблюдение с пожарных наблюдательных пунктов	с начала пожароопасного периода до его окончания	участковый государственный инспектор
3	Мониторинг пожарной обстановки с помощью данных системы ИСДМ-Рослесхоз	с начала пожароопасного периода до его окончания	начальник отдела охраны территорий

В степных участках заповедника из-за их большой разбросанности и большой вероятности нарушения заповедного режима населением, туристами и отдыхающими обнаружение пожаров организовывается наземное маршрутное патрулирование территории. При патрулировании по наземным путям на транспорте возможно предупреждать нарушение правил пожарной безопасности, а в случае обнаружения пожара на небольшой площади немедленно его локализовать.

Маршруты патрулирования начинаются с ближайших мест к охраняемым участкам. Скорость движения автотранспорта в пожароопасных участках – 30 км/час по шоссе и 15-20 км/час по лесным дорогам.

Запланировано 13 маршрутов наземного патрулирования и 6 водного. Общая протяженность маршрутов 579 км.

Для эффективного использования сил и средств и выполнения спланированных действий в полном объеме, в кратчайшие сроки, с минимальными материальными средствами, необходимо четкое руководство и управление.

## 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 4.1 Определение стоимости потерь древесины

Потери древесины возникают вследствие сгорания и отмирания после пожара части деревьев в насаждениях, поврежденных огнем. Потери древесины в процентах от общего корневого запаса древесины определяются с учетом вида пожара, его интенсивности, преобладающей породы в насаждении и ее среднего диаметра [38].

Задача: Низовым устойчивым пожаром средней интенсивности пройден один квартал полностью, а второй – частично. Покрытая лесом площадь первого квартала состоит из 10 таксационных выделов с общим корневым запасом древесины 70000 куб.м. В квартале преобладают средневозрастные и спелые насаждения ели со средневзвешенным диаметром, равным 22 см.

Во втором квартале пожаром пройдены три выдела с общим запасом древесины, равным 1200 куб.м. Преобладающей породой является береза со средним диаметром на высоте груди, равным 20 см. Разряд такс – второй (расстояние вывозки составляет 10,1-25 км). Действующая ставка лесных податей за древесину, отпускаемую на корню, для деловой древесины сосны средней категории крупности по второму разряду такс равна 23 руб. за один куб.м.

Потери древесины в куб.м составят:

- в первом квартале (ель) –  $70000 \text{ куб.м} \cdot 60/100 = 42000 \text{ куб.м}$ ;
- во втором квартале (береза) –  $1200 \text{ куб.м} \cdot 55/100 = 660 \text{ куб.м}$ ;

Ущерб от потерь древесины составит:

- в первом квартале (ель) –  $23 \text{ руб./куб.м} \cdot 0,72 \cdot 42000 \text{ куб.м} = 695520 \text{ руб}$ ;
- во втором квартале (береза) –  $23 \text{ руб./куб.м} \cdot 0,29 \cdot 660 \text{ куб.м} = 4402 \text{ руб}$ .

Итого по пожару: 699922 руб.

#### 4.2 Ущерб от повреждения лесным пожаром молодняков естественного и искусственного происхождения, несомкнувшихся лесных культур

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 огнем. Лиственные молодняки и лиственный подрост при пожарах слабой, средней и сильной интенсивности повреждаются соответственно на 25, 50 и 100 процентов.

При расчете ущерба от повреждения молодняков учитывается возраст поврежденных молодняков путем умножения норматива затрат на выращивание 1 га молодняков до возраста смыкания крон на соответствующий коэффициент [39].

Задача: Беглым низовым пожаром средней интенсивности пройдено три выдела с молодняками. На первом выделе огнем поврежден подрост сосны естественного происхождения в возрасте 10 лет на площади 4,5 га; на втором – культуры сосны в возрасте 25 лет на площади 3 га, на третьем подрост березы в возрасте 10 лет на площади 2 га. Норматив затрат на выращивание 1 га насаждений до возраста смыкания крон установлен в размере 800 руб/га.

На первом и втором выделах хвойные молодняки погибли полностью (на 100%). На третьем выделе подрост березы поврежден на 50%. Поправочные коэффициенты на возраст молодняков к нормативу затрат на выращивание 1 га насаждений согласно составят: 1,0, 1,41 и 1,0 для первого, второго и третьего выделов соответственно.

Ущерб будет равен:

- на первом выделе:

$$800 \text{ руб./га} \cdot 100/100 \cdot 1,0 \cdot 4,5 \text{ га} = 3600 \text{ руб};$$

- на втором выделе:

$$800 \text{ руб./га} \cdot 100/100 \cdot 1,41 \cdot 3 \text{ га} = 3384 \text{ руб};$$

- на третьем выделе:

- 800 руб./га\*50/100\*1,0\*2 га = 800 руб.

Итого по пожару: 7784 руб.

#### 4.3 Ущерб от вреда, причиненного лесным пожаром окружающей природной среде

Ущерб от вреда, причиненного лесным пожаром окружающей природной среде, включает:

- ущерб от снижения почвозащитных, санитарно-гигиенических, водоохраных и других средообразующих функций леса;
- ущерб от загрязнения окружающей природной среды продуктами горения;
- ущерб от гибели животных и растений, включая занесенных в Красную книгу Российской Федерации [40].

Задача: Лесной пожар охватил несколько кварталов в первой группе лесов (в запретной полосе по берегам рек, озер, водохранилищ и других водных объектов), во второй группе лесов и в третьей группе лесов. Пройденные лесным пожаром участки лесного фонда во второй группе лесов относятся к особо защитным участкам леса.

Ущерб от потерь древесины в средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных лесах, рассчитанный в соответствии с разделом II, составил 120 тыс.руб. для первой группы лесов, 80 тыс.руб. – для второй группы лесов и 280 тыс.руб. – для третьей группы лесов.

Кроме того, ущерб от повреждения молодняков составил 51 тыс.руб. для первой группы лесов и 84 тыс.руб. для третьей группы лесов.

Коэффициенты для расчета ущерба от снижения средозащитных функций леса равны:

- для лесов запретной полосы по берегам рек, озер, водохранилищ и других водных объектов (леса первой группы) – 2,5;

- для особо защитных участков леса лесов второй группы: 2,0 (2,0 = 1,0 + 1,0):

где 1,0 (строка 2, приложение №) для лесов второй группы и 1,0 – повышение коэффициента для особо защитных участков леса (примечание к этому приложению);

- для лесов третьей группы – 0,5.

Ущерб от снижения средозащитных функций леса составит:

- для лесов первой группы:

$$(120000 + 51000) * 2,5 = 427,5 \text{ тыс.руб.};$$

- для особо защитных участков леса лесов второй группы:

$$80000 * 2,0 = 160 \text{ тыс.руб.};$$

- для лесов третьей группы:

$$(280\ 000 + 84\ 000) * 0,5 = 182 \text{ тыс.руб.}$$

В целом по всему пожару:

$$427,5 \text{ тыс.руб.} + 160 \text{ тыс.руб.} + 182 \text{ тыс.руб.} = 769,5 \text{ тыс.руб.}$$

Ущерб от загрязнения окружающей природной среды продуктами горения, выделяющимися во время лесного пожара, рассчитывается по следующим четырем видам загрязняющих веществ, выделяющихся в воздух при горении биомассы лесных насаждений (древесины, листьев, подстилки и т.п.): оксиду углерода; углеводородам; оксиду азота; взвешенным частицам.

Средний удельный выброс названных загрязняющих веществ с 1 т сгоревшей биомассы составляет: оксида углерода – 1250 кг; углеводородов – 120 кг; оксида азота – 20 кг; взвешенных частиц – 220 кг.

Ущерб от каждого загрязняющего вещества устанавливается как произведение трех сомножителей: норматива платы за выброс 1 т данного загрязняющего вещества, объема выброса этого вещества при пожаре и коэффициента экологической ситуации для района, где произошел лесной пожар. Нормативы платы за выброс загрязняющих веществ индексируются в установленном порядке в соответствии с темпами инфляции представлены в таблице 5. Количество выбросов в результате пожара составило 10 т.

Таблица 5 – Нормативы и стоимость выбросов загрязняющих веществ

Наименование загрязняющих веществ	Нормативы платы за выброс 1 кг загрязняющих веществ, руб	Количество выбросов, кг	Стоимость, руб
Оксид углерода (CO <sub>2</sub> )	10	1250	12500
Углеводороды (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> )	10	120	1200
Оксиды азота (N <sub>2</sub> O <sub>x</sub> )	14	20	280
Взвешенных частиц	20	220	440
Итого			14420

Общий ущерб по этому пункту:

$$\Xi = 14,420 + 769,5 = 783,92 \text{ тыс.руб.}$$

#### 4.4 Расчет стоимости горюче-смазочных материалов (ГСМ) при тушении пожара

Пожарная часть № 102 ФГКУ «1 отряд ФПС по Республике Хакасия», задействованная на ликвидацию и локализацию лесного пожара на участке «Хол - Богаз» имеет в подразделении 6 единиц пожарной техники и 40 человек личного состава.

Расстояние от места локализации пожара до источника водоснабжения (естественный водоем) составляет 2 км. Время, требуемое для заправки автоцистерны 30 мин. Норма расхода топлива для автомобиля УРАЛ-5557 – 50 л. на 100 км. Таким образом, на один километр будет израсходовано:

$$V = \frac{50}{100} = 0,5 \text{ л}$$

Объем дизельного топлива на 1 км. Стоимость 1 л дизельного топлива – 44 руб.

Для тушения пожара каждой машине необходимо сделать по 10 ходок, то есть километраж каждого автомобиля составит:  $K_1 = 2 * 2 * 10 = 40 \text{ км.}$

Общее расстояние:  $P=6*40=240$  км.

Общая стоимость ГСМ необходимого для локализации пожара:

$$Ц_1=240*0,5*44=5280 \text{ руб.}$$

Расстояние от базы до очага пожара 50 км. в одну сторону.

Для 6 автомобилей общий километраж составит:  $K_2=6*50*2=600$  км.

Общая стоимость ГСМ:  $Ц=Ц_1+K_2*44*0,5=5280+600*44*0,5=18480$  рублей.

#### 4.5 Расчет стоимости затрат на питание огнеборцев

Количество задействованных в тушении пожара составляет 40 человек.

К расходам относится фактическая себестоимость (фактическая стоимость), по которой списаны продукты питания, приобретенные и фактически израсходованные работниками, выполняющими работы по тушению лесных пожаров.

В соответствии с пунктом 4.8 Федерального отраслевого соглашения по лесному хозяйству Российской Федерации работники, непосредственно участвующие в тушении лесных пожаров, пожарные команды обеспечиваются бесплатным питанием. В таблице 4 представлены действующие по состоянию на 1 января 2021 года нормы питания на одного работника, занятого на тушении лесных пожаров, утвержденные приказом Рослесхоза от 18 мая 1999 г. № 109 "Об обеспечении бесплатным питанием".

Таблица 6 – Действующие нормы питания на одного работника, занятого на тушении лесных пожаров

Наименование продуктов	Количество продуктов в сутки, г	Калорийность, кКал	Стоимость, руб
Мясо тушеное (говядина тушеная, свинина тушеная, мясо в белом соусе и пр.)	340	632,4 - 970,2	150,00

Продолжение таблицы 6

Консервы рыбные	75	107,6	100,00
Супы консервированные (борщ, щи)	100	90,0	75,00
Масло сливочное (топленое)	80	690,0	100,00
Крупа (рис, гречка, овсянка и пр.)	200	645,7	50,00
или макаронные изделия	200	672,0	35,00
или картофель	400	344,0	15,00
Лук репчатый, специи	30	13,2	10,00
Молоко, сгущенное с сахаром	80	259,2	75,00
Сухие сливки без сахара	50	283,0	25,00
Соль пищевая	15	0	2,00
Сахар	50	200,0	40,00
Хлеб пшеничный	500	1085,0	40,00
Сухари пшеничные (галеты, пряники)	200	668	50,00
Чай	15	9,0	15,00
ИТОГО			742,00

Таким образом, на питание 40 пожарных затраты составят:

$$П=742*40=29680 \text{ руб.}=29,68 \text{ тыс.руб.}$$

#### 4.6 Выводы по главе 4

В главе 4 «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрены критерии расчета ущерба и материальных затрат, возникших в результате развития лесного пожара и его локализацию, и тушение.

На общую сумму ущерба зависят множество факторов. Учесть все их в рамках данной работы не представляется возможным. По результатам расчетов получили:

- стоимость потери древесины составила 699,922 тыс.руб;
- ущерб от повреждения лесным пожаром молодняков естественного и искусственного происхождения и подроста – 7,784 тыс.руб;
- примерный ущерб от вреда, причиненного лесным пожаром окружающей природной среде – 783,92 тыс.руб.;
- затраты стоимости ГСМ при тушении пожара – 18,480 тыс.руб;
- затраты на организацию питания – 29,68 тыс.руб.

Итого: общая сумма затрат по перечисленным пунктам составила – 1539,786 тыс.руб.

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочего места диспетчера пожарной части

Объектом исследования является рабочее место диспетчера пожарной части № 102 ФГКУ «1 отряд ФПС по Республике Хакасия» который является территориальным подразделением УНДПР Главного управления МЧС России по Республике Хакасия (РХ). Пожарная часть находится по адресу: РХ, Усть-Абаканский район, село Усть-Бюр, улица Ленина, 52а МЧС. Располагается рабочее место диспетчера в двухэтажном кирпичном строении. Стены и потолки помещения выкрашены в белый цвет, пол серый; кабинет имеет совмещённое освещение: естественное (2 оконных проема) и искусственное. Естественная вентиляция (проветривание) осуществляется за счет поступления и удаления воздуха через окна, форточки. На рабочем месте диспетчера располагаются средства управления автоматикой пожарного подразделения; кнопка включения автономного сигнала «Тревога»; микрофон системы громкоговорящей связи; пульт управления табло приказов; три радиостанции; телефонные аппараты автоматических телефонных станций, пульт системы охранного телевидения, блок передачи речи (БПР-04) аппаратуры оповещения П-166, включенный в систему централизованного оповещения пожарных частей ГУ МЧС России по РХ. К вредным факторам на рабочем месте диспетчера можно отнести:

- напряженность труда;
- микроклимат;
- освещенность;
- электромагнитные поля.

К опасным-факторам на рабочем месте диспетчера можно отнести

- электроопасность;
- пожароопасность.

## 5.2 Описание вредных и опасных факторов

### 5.2.1 Вредные факторы

#### 5.2.1.1 Напряженность труда

Напряженность труда – это характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на ЦНС, т. е. определяется нервным, психоэмоциональным напряжением, длительностью и интенсивностью интеллектуальной нагрузки. Высокая напряженность труда – один из вредных производственных факторов и может привести к профзаболеванию. На рабочем месте диспетчера пожарной части проведена СОУТ (специальная оценка условий труда) [41]. В соответствии с картой СОУТ выявляют класс вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса.

Условия труда по напряженности трудового процесса относятся к классу (подклассу) 3.1 – опасные. Разработаны мероприятия по улучшению условий труда работников: рациональный режим труда и отдыха (наличие регламентированных перерывов).

#### 5.2.1.2 Электромагнитное излучение

Одним из основных вредным факторов, воздействию которого подвергается человек при работе за компьютером, является электромагнитное излучение. Воздействие электромагнитного излучения характеризуется повышением утомляемости, ухудшением зрения, а также способствует ослаблению памяти.

В таблице 7 представлены санитарные нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах с ПЭВМ (персональная электронно-вычислительная машина) согласно правилам СП 2.2.3670-20 Об утверждении санитарных правил СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда" [42].

Таблица 7 – Санитарные нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах с ПЭВМ

Наименование параметров	Частотный диапазон	Санитарная норма
Напряженность электрического поля	5 Гц-2 кГц	25 В/м
	2 кГц-400 кГц	2,5 В/м
Напряженность электростатического поля (Е)	0 Гц	15 кВ/м
Индукция магнитного поля (В)	5 Гц-2 кГц	250 нТл
	2 кГц-400 кГц	25 нТл
Фоновый уровень напряженности электрического поля промышленной частоты (Е)	50 Гц	500 В/м
Фоновый уровень индукции магнитного поля промышленной частоты (В)	50 Гц	5 мкТл

Для снижения вредного влияния электромагнитного излучения при работе с ПК соблюдаются следующие общие гигиенические требования:

- длительность работы без перерыва не более 2 ч. В процессе работы меняется содержание и тип деятельности. Согласно требованиям санитарных норм, предусмотрены обязательные перерывы при работе за компьютером, во время которых рекомендовано делать упражнения для глаз, рук и опорно-двигательного аппарата;

- рабочее место с компьютером располагается по отношению к окну таким образом, что лучи света падают слева. Если в помещении находится несколько компьютеров, то расстояние между экраном одного монитора и задней стенкой другого должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми стенками соседних мониторов – 1,2 м. Оптимальным расстоянием между экраном монитора и глазами работника является 60-70 см, но не ближе 50 см;

- для ослабления влияния излучения от монитора ПК используются мониторы со встроенными защитными фильтрами (экранами).

### 5.2.1.3 Микроклимат

Параметры микроклимата являются основой для высокого уровня работоспособности. Микроклимат производственных помещений – это комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [43] устанавливает общие санитарно-гигиенические требования к показателям микроклимата и допустимому содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Показатели микроклимата:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

На основании требований ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны, в рабочей зоне допустимые микроклиматические условия представлены в таблице 1.

Таблица 8 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в обслуживаемой зоне помещений

Период года	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	опт.	доп.	опт.	доп.	опт.	доп.	опт.	доп.
холодный	19–21	18–23	18–20	17–22	45–30	60	0,2	0,3
теплый	23–25	18–28	22–24	19–27	60–30	65	0,3	0,5

В данном кабинете применяется водяная система центрального отопления. Она обеспечивает постоянное и стабильное нагревание воздуха в холодный период года. В теплый период температура воздуха составляет до + 25 °С. Относительная влажность до 55 %. Скорость движения воздуха 0,1-0,2 м/с. В

холодный период года температура составляет до 23°C. Относительная влажность до 45 %. Скорость движения воздуха 0,1-0,2 м/с. Эти данные микроклимата соответствуют нормам согласно карте СОУТ.

#### 5.2.1.4 Освещенность

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, психику человека, его эмоциональное состояние, состояние центральной нервной системы. Основным требованием по освещенности для офисных помещений с компьютерами является 300 лк в соответствии с СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение [44]. В помещении используются лампы накаливания, т.к. они имеют ряд недостатков (пониженная светоотдача; сравнительно короткий срок службы; неустойчивость к воздействиям перепадов напряжения в сети; высокая степень теплоотдачи ламп; ощутимые перепады тока в момент запуска) необходимо заменить на люминесцентные. Необходимо рассчитать количество ламп, которые нужно установить в кабинете диспетчера.

Исходные параметры: длина и ширина кабинета диспетчера пожарной части: а – 6 м и б – 9 м, высота потолка – h = 3,5 м. Наиболее подходящий для данного помещения тип осветительного прибора является открытый двухламповый светильник типа ОД.

Осуществим размещение осветительных приборов по формуле:

$$L = \lambda * h = 1,2 * 2,6 = 3,1 \text{ м} \quad (17)$$

где  $\lambda = 1,2$  [4];

h – высота установки светильников над расчетной плоскостью = 2,6 м.

Определим величину светового потока лампы по формуле:

$$\Phi = \frac{E * k * S * Z}{n * \eta} \quad (18)$$
$$\Phi = \frac{300 * 1,5 * 54 * 0,9}{8 * 0,53} = 5158 \text{ лм}$$

где  $\Phi$  – световой поток каждой из ламп, лм;

$E = 300$  лк – для общего освещения (минимальная освещенность);

$k = 1,5$  – для помещений с малым выделением пыли;

$S = 54$  м<sup>2</sup>;

$n$  – число ламп в помещении – 8;

$\eta = 0.53$  (Таблица 2);

$Z = 0,9$  – коэффициент неравномерности освещения (Для светильников с люминесцентными лампами  $Z$  при расчетах принимается равным 0,9 [45].

Таблица 9 – Коэффициент использования светового потока  $\eta$ , %  
светильников с люминесцентными лампами

Р <sub>н</sub> , %	Од и ОдЛ			ОДР			ОДО			ОДОР			Л71Б03 ОЛ1868		
	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
Р <sub>с</sub> , %	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
$i$	Коэффициент использования, %														
1,1	46	48	51	41	43	46	42	46	50	36	39	43	27	29	31
1,2	48	50	53	43	45	48	44	48	52	38	41	45	29	30	32
1,5	50	52	56	45	48	51	46	50	55	40	43	47	30	31	34
1,7	52	55	58	47	50	53	49	52	58	42	45	50	31	33	35

Расстояние от стен помещения до крайних светильников –  $L/3,1 \approx 1$  м.  
Исходя из размеров кабинета диспетчера ( $A = 9$  м и  $B = 6$  м), размеров светильников типа ОД-2-125 ( $A = 1528$  мм и  $B = 266$  мм) и расстояния между ними, определяем, что число светильников в ряду должно быть 2, число рядов – 2, т.е. всего светильников должно быть 4.

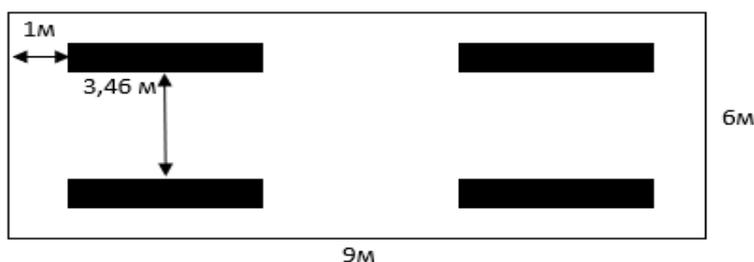


Рисунок 5 – Схема размещения светильников в помещении

Таким образом, система общего освещения кабинета должна состоять из четырех двухламповых светильников типа ОД с люминесцентными лампами ЛБ мощностью 125 Вт.

### 5.3 Опасные факторы

#### 5.3.1 Электроопасность

Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Термическое действие тока вызывает ожоги отдельных участков тела, нагрев кровеносных сосудов, нервов, крови. Электролитическое действие тока выражается в разложении крови и других органических жидкостей организма и вызывает значительные нарушения их физико-химического состава. Биологическое действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц, легких и сердца. В результате могут возникнуть различные нарушения и даже полное прекращение деятельности органов кровообращения и дыхания.

Рабочий кабинет диспетчера пожарной части относится к помещениям не повышенной опасности. Чтобы исключить опасность поражения необходимо соблюдать следующие правила электробезопасности:

- перед включением прибора в сеть необходимо визуально проверить его электропроводку на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпус;
- при появлении признаков замыкания необходимо сразу отключить от электрической сети устройство и устранить неисправность;
- запрещается при включенном устройстве одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление (например, радиаторы отопления, водопроводные краны и др.);

- запрещается эксплуатация оборудования в помещениях с повышенной опасностью;

- запрещается включать и выключать устройство при помощи штепсельной вилки. Штепсельную вилку включать и выключать из розетки можно только при выключенном устройстве.

Требования ГОСТ 12.1.019-2017 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» [46] соблюдены. Данный кабинет не является помещением повышенной опасности поражения людей электрическим током. В рассматриваемом кабинете соблюдены следующие способы защиты от поражения током в электроустановках: установлены предохранительные устройства, защитное заземление, применяется устройство защитного отключения (УЗО). Выполняются все требования и предельно допустимые значения напряжений и токов в соответствии с ГОСТ 12.1.038-82 [47]. В помещении бетонный пол, покрытый линолеумом, что не является проводником электрического тока. Для устранения накопления статического электричества проводят ежедневную влажную уборку.

### 5.3.2 Пожароопасность

Рабочее место диспетчера относится к категории умеренной пожароопасности. Исследуемый объект оснащён системой пожарной сигнализации в соответствии с НПБ 110-03 «Перечень зданий и сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией» [48], РД 78-145-93 [49], и НПБ 104-03[50]. Учитывая пожарную нагрузку, на исследуемом объекте смонтированы адресные дымовые оптико-электронные извещатели ИП 212-60А (Леонардо-О) в количестве 8 шт. В помещении имеются четыре огнетушителя ОП-4. В наличии поэтажные планы эвакуации, с работниками проводятся инструктажи по пожарной безопасности.

#### 5.4 Охрана окружающей среды

В рассматриваемом помещении опасных для окружающей среды выбросов в воздух, в почву или в воду не выявлено. На территории пожарной части № 102 ФГКУ «1 отряд ФПС по Республике Хакасия» водоотведение осуществляется в сеть канализации в соответствии с техническими условиями на подключение к коммунальным системам водоснабжения и водоотведения, тем самым исключая загрязнение подземных вод и почвы.

Складирование пищевых и непищевых отходов происходит в установленных местах в мусорные контейнеры. Для организации вывоза твердых отходов из пожарной части № 102 ФГКУ «1 отряд ФПС по Республике Хакасия» заключен договор с ООО «УТБО».

#### 5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Возможные ЧС природного характера: землетрясение (поражающий фактор и последствия – сотрясение грунта, трещины, пожары, взрывы, разрушения, человеческие жертвы). значительных последствий не будет; сильный шквалистый ветер, ураган, (поражающий фактор и последствия – скоростной напор, разрушения, человеческие жертвы, уничтожение материальных ценностей). На анализируемом объекте имеются локальные инструкции по действиям персонала при ЧС.

#### 5.6 Вывод по главе 5

Проведен анализ условий труда на рабочем месте диспетчера пожарной части на наличие вредных и опасных производственных факторов. Произведен расчет освещения. На основании этого принято решение об установке двухламповых светильников типа ОД с люминесцентными лампами ЛБ.

Гигиенические требования к микроклимату данного помещения выполнены. В целях защиты от поражения током в помещении выполнено заземление. Для предупреждения возникновения пожара принят комплекс мероприятий. Регулярно проводятся мероприятия по снижению напряженности труда.

## Заключение

Анализ лесопожарной ситуации в лесах региона показывает, что успешная борьба с пожарами возможна только при условии проведения ряда профилактических противопожарных мероприятий, в том числе своевременного выявления и организации тушения лесных пожаров с учетом природно-климатических условий Сибири.

В результате проделанной работы проведена разработка мероприятий по защите лесов.

В целях защиты лесов заповедника «Хакасский» сделан расчет сил и средств для локализации и ликвидации лесного пожара. На основании расчетов представлена общая продолжительность пожара и возможная площадь в момент локализации.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- на основании литературных источников выявлены факторы возникновения лесных пожаров; которые могут привести к наиболее серьезным последствиям;

- рассчитано, что за 60 часов площадь лесного пожара достигнет 549 га;

- произведены расчеты ущерба и материальных затрат на локализацию, и тушение лесного пожара. Общая сумма затрат составила – 1539,786 тыс.руб.

## Список используемой литературы

1. Профилактика и меры предупреждения лесных пожаров в системе лесоуправления Российской Федерации: монография / Д. Ф. Ефремов, А. С. Захаренков, М. А. Копейкин [и др.]; – Москва: Всемирный банк, 2012. – 104 с. ISBN 9785-5-904131-13-15
2. Техника для борьбы с лесными пожарами / О.М.Шешурак, Д.В.Черник. – Текст: электронный // Российская наука: тенденции и возможности. Сборник научных статей. – 2020. – С. 136-139. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42794336> (дата обращения 25.05.2021). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
3. Российская федерация. Приказ. Об утверждении Методических указаний по вопросам организации и функционирования специализированных диспетчерских служб органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченных в области лесных отношений: Приказ № 218: [принят Федеральным агентством лесного хозяйства 28 мая 2012 года]. – Москва, 2017. – 143 с. – ISBN 978-6-936284-75-3.
4. Гонгальский, К.Б. Закономерности восстановления сообществ почвенных животных после лесных пожаров: дис. на соискание уч. степ. доктора биолог. наук / Гонгальский Константин Брониславович; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова. – Москва, 2015. – 16с. – ISBN 778-5-926264-85-3.
5. Щербов, Б.Л. Лесные пожары и их последствия / Б.Л. Щербов, Е.В. Лазарева, И.С. Журкова. – Новосибирск: Академическое издательство «ГЕО» –, 2015. – 154с. – ISBN 978-5-906284-85-3.
6. Andreev U.A. Spatial distribution of human-caused forest fire occurrence probability. Scientific Siberian. Ser. A. Exact & Natural Sciences. – 1992. – Vol. 3. - Forest Fires. – Tassin, France, 1992. – P. 91-97 163

7. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды: Федеральный закон №7–ФЗ: [Принят Государственной Думой 20 декабря 2001 года] Москва, 2002. – ISBN 978-5-406-02975-6.

8. Ефремов Д.Ф. Профилактика и меры предупреждения лесных пожаров в системе лесопользования Российской Федерации: монография / Д. Ф. Ефремов, А. С. Захаренков, М. А. Копейкин [и др.]; Москва, 2012. – ISBN 9785-5-904131-13-15.

9. Российская федерация. Законы. О внесении изменений в Закон Российской Федерации "О закрытом административно-территориальном образовании", в статью 17 Федерального закона "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации" и об обеспечении мер государственной поддержки в отношении отдельных категорий граждан. Федеральный закон № 454-ФЗ [принят Государственной думой 29 декабря 2014 года]. – Москва, 2021. – 46 с. – ISBN 985-5-986-86542-6.

10. Российская федерация. Приказы. Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды: Приказ № 287: [Принят Федеральным агентством лесного хозяйства 05 июля 2011 года] Москва, 2011.

11. Смирнов, А. П. Лесная пирология: учебное пособие / А. П. Смирнов, Е. С. Мельников, А. А. Смирнов. — Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 96 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45267> (дата обращения: 02.05.2021).

12. Валендик, Э. Н. Крупные лесные пожары / Э. Н. Валендик, П. М. Матвеев, М. А. Софронов. – Москва: Наука –, 1979. – 98 с. – ISBN 978-5-766934-84-3.

13. Гнусов М. А. Виды и характеристики лесных пожаров / Гнусов М. А. Малуков С. В. Петков А.Ф. // Воронежский научно–технический вестник. – 2020. – №1(31). с. 140-146.

14. Davis, K. P. Forest fire control and use / K. P. Davis. – New York: McGraw-Hill, 1959. – 47 p. / ISBN 978-5-766934-84-3.

15. Павлейчик, В.М. Условия распространения и периодичность возникновения травяных пожаров в Заволжско-Уральском регионе / В.М. Павлейчик // География и природные ресурсы. – № 2. – С. 56-65.
16. Лесные пожары: значение природных и социальных факторов / А.В. Винобер // Биосферное хозяйство: теория и практика. – 2019. – № 3(12). – С. 9-15.
17. Сидорова, Л.П. Метеорология и климатология. Учебное пособие. В 3 частях. Часть 1. Метеорология / Л.П. Сидорова; имени первого Президента России Б.Н. Ельцина: Изд-во ФГАОУ ВПО УрФУ, – 2015. – 17 с. – ISBN 968-5-096936-87-3.
18. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: монография / С.С. Тимофеева, Т.И. Дроздова, Г.В. Плотникова, [и др.]; – Иркутск: Иркутский государственный технический университет. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2013. – 44 с. – ISBN 978-5-346736-88-4.
19. Бобков, С. А. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: учебное пособие / С. А. Бобков, А. В. Бабурин, П. В. Комраков. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2014. – 157 с. ISBN 978-5-9229-0084-3.
20. Залесов, А.С. Классификация лесных пожаров: Методические указания / А.С. Залесов; составитель В.Н. Григорьев. – Екатеринбург: Редакционно-издательский отдел УГЛТУ, 2011. – 9 с. – ISBN 878-5-398736-76-4.
21. Гундар, С.В. А.Н. Денисов, Д.В. Фролов Управление пожарными подразделениями при тушении лесных пожаров в ветреную погоду / С.В. Гундар, А.Н. Денисов, Д.В. Фролов // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". – 2014. № 6(58) – С. 3.
22. Анализ и перспективы развития технологий ликвидации торфяных пожаров / Е. И. Максимов, И. С. Федорченко, Д. А. Беляев. – Текст: электронный // сборник статей Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2019. – С.29-32. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41493185> (дата обращения 25.05.2021). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

23. Особо охраняемые природные территории: Пути развития особо охраняемые природные территории: управление переходом к устойчивому развитию / Л. В. Салова. – Текст: электронный // Журнал: Российское предпринимательство. – 2019. – № 7-1 – С. 29-32. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12790240> (дата обращения 25.05.2021). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

24. ГОСТ Р 57972-2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Объекты противопожарного обустройства лесов. Общие требования. Дата введения 2018-06-0101. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200157751> (дата обращения 27.05.2021). – Текст: электронный.

25. Ряполова, Л. М. Пожарная опасность припоселковых лесов, лесов особо охраняемых природных территорий и методы предупреждения в них пожаров: автореф. дис.сельхоз. наук / Ряполова Людмила Михайловна; Красноярский государственный аграрный университет, – Красноярск, 2004. – 6 с.

26. Хакасский государственный природный заповедник: официальный сайт. – Республика Хакасия. – URL: <https://zapovednik-khakassky.ru> (дата обращения 07.05.2021). Текст: электронный.

27. Особенности лесоустройства особо охраняемых природных территорий / – П. С. Анисимова. – Текст: электронный // Журнал: Лесной вестник. – 2009. – № 4 – С. 42-44. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12856589> (дата обращения 25.05.2021). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

28. Реймерс, Н. Ф. Особо охраняемые природные территории / Н.Ф. Реймерс, Ф. Р. Штильмарк. – Москва: – Мысль–,1978. – 146с. – ISBN 5-7640-0062-7.

29. Кревер, В.Г. Особо охраняемые природные территории России: современное состояние и перспективы развития / В. Г. Кревер, М.С. Стишов, И.А. Онуфрениа. — WWF России–, 2009. — 176 с. — ISBN 5-7640-0062-9.

30. Российская Федерация. Законы. Об особо охраняемых природных территориях: Федеральный закон № 33-ФЗ: [принят Государственной Думой 15 февраля 1995 года (ред. От 30.12.2020)] Москва, 1995. – ISBN 978-5-406-03975-6.

31. Яковлева И.А. Актуальные вопросы развития системы особо охраняемых природных территорий / И. А. Яковлева // Фундаментальные исследования. – 2015. № 12(2) – С. 438-443.

32. Российская Федерация. Законы. Об особо охраняемых природных территориях: Федеральный закон № 33 – ФЗ: [принят Государственной думой 14 марта 1995 года]. – Москва, 2020. – 29 с. – ISBN 948-5-946-06275-6.

33. Черных, Д.В. Особо охраняемые природные территории и основы территориальной охраны природы: учебное пособие / Д.В. Черных. – Барнаул: Изд-во Алтайского университета–, 2014. – 227 с.– ISBN 978-5-7904-1804-4.

34. Министерство природных ресурсов РФ. Федерального агентство лесного хозяйства. / Таксационное описание. Заповедник «Хакасский». Участок «Хол-Богаз» Лесоустройство. // Красноярск: Деловой Красноярск, –2008. – 25с. – ISBN 965-5-836-87475-6.

35. Абдурагимов И.М. Новая стратегия и тактика тушения лесных пожаров / И. М. Абдурагимов // Научно-технический журнал “Пожаровзрывобезопасность”. –2011. № 11 (том 20). – стр. 44 – 52.

36. Российская федерация. Законы. Воздушный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон № 60-ФЗ: [принят Государственной думой 19 марта 1197 года]. – Москва, 2021. – 46 с. – ISBN 985-5-626-87432-6.

37. Порхачев, Ю. М. Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации. Часть 2 / М. Ю. Порхачев, О. Ю. Демченко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России–, 2015. – 110 с. – ISBN 978-5-91774-056-0.

38. Расчёт причинённого ущерба вследствие лесных пожаров / Н. М. Захарова, А. В. Баранов. – Текст электронный // Статья в сборнике трудов конференции. – 2019. – С. 204-208. – URL:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38246473> (дата обращения 58.05.2021). Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

39. studbooks.net: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000-2021. Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. – Текст: электронный.

40. Российская федерация. Законы. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Федеральный закон № 68-ФЗ: [принят Государственной думой 21 декабря 1994года]. – Москва, 2020. – 76 с. – ISBN 985-5-434-82332-6.

41. Российская федерация. Законы. О специальной оценке условий труда. Федеральный закон № 426-ФЗ [принят Государственной думой 28 декабря 2013года]. – Москва, 2021. – 87 с. – ISBN 962-5-674-88531-6.

42. СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда. СП № 2.2.3670-20: дата введения 2020.12.02. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583?section=status> (дата обращения 29.05.2021). – Текст: электронный.

43. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. № 12.1.005-88: дата введения 1988.09.29. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608?section=status> (дата обращения 29.05.2021). – Текст: электронный.

44. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. СП № 52.13330.2016: дата введения 2016.11.07. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197?section=status> (дата обращения 29.05.2021). – Текст: электронный.

45. Гришагин, В.М. Расчеты по обеспечению комфорта и безопасности / В. М. Гришагин, В. Я. Фарберов, С. А. Солодский. – Юрга: МедиаСфера –, 2015. – 17 с. – ISBN 962-5-854-66571-6.

46. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов

защиты. № 12.1.019-2017: дата введения 2018.11.07. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238?section=status> (дата обращения 29.05.2021). – Текст: электронный.

47. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. № 12.1.038-82: дата введения 1982.07.30. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238?section=status> (дата обращения 29.05.2021). – Текст: электронный.

48. НПБ 110-03 Об утверждении норм пожарной безопасности "Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией". НПБ № 110-03: дата введения 2003.06.18. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901866575?section=status> (дата обращения 29.05.2021). – Текст: электронный.

49. РД 78-145-93 Пособие к руководящему документу РД 78.145-93 Системы и комплексы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Правила производства и приемки работ. дата введения 1993.12.22. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005166?section=status> (дата обращения 29.05.2021). – Текст: электронный.

50. НПБ 104-03 Об утверждении норм пожарной безопасности "Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях". НПБ № 104-03 дата введения 2003.06.20. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901866573?section=status> (дата обращения 29.05.2021). – Текст: электронный.



Приложение Б

(Справочное)

Таблица Б 1 – Шкала пожарной опасности в лесу по условиям погоды

Класс пожарной опасности по условиям погоды	Значение комплексного показателя (С°)	Степень пожарной опасности
I	До 300	-
II	301-1000	малая
III	1001-4 000	средняя
IV	4001-10 000	высокая
V	Более 10 000	чрезвычайная

Таблица Б 2 – Классы горимости лесных насаждений

Класс горимости насаждений	Тип леса
I	Чистые с примесью лиственных пород хвойные насаждения
II	Чистые с примесью хвойных пород лиственные насаждения

Таблица Б 3 – Степень повреждения древостоя после низовых пожаров

Средняя высота нагара, м	Средний размер древостоя					
	16	20	24	28	32	36
	Степень повреждения древостоя					
	сосняки					
0,1-0,5	I	I	I	I	I	I
0,6-1,0	I	I	I	I	I	I
1,0-1,5	I	I	I	I	I	I
1,0-2,0	II	I	I	I	I	I
2,1-3,0	III	II	II	I	I	I
3,1-4,0	III	III	II	II	II	I
4,1-5,0	III	III	III	III	III	II
5,1-6,0	III	III	III	III	III	III
	березняки					
0,1-0,5	I	I	I	I	I	I
0,6-1,0	II	I	I	I	I	I
1,0-1,5	II	II	II	II	I	I

Продолжение таблицы Б 3

1,6-2,0	II	I	II	II	II	II
2,1-3,0	III	III	III	II	II	II
ЛИСТВЕНИЧНИКИ						
0,1-0,5	I	I	I	I	I	I
0,6-1,0	I	I	I	I	I	I
1,0-1,5	I	I	I	I	I	I
1,6-2,0	I	I	I	I	I	I
2,1-3,0	II	I	I	I	I	I
3,1-4,0	III	III	II	II	II	II
4,1-5,0	III	III	II	II	II	II
5,1-6,0	III	III	III	III	III	II

Таблица Б 4 – Характеристики повреждения древостоя

Степени повреждений	Характеристики состояния древостоя	Отпад, %	
		числу деревьев	запасу
I	Древостой слабо повреждается пожаром, почти не изреживается, характеризуется частичным отмиранием подчиненных ярусов древостоя или даже сохранением их после слабых низовых пожаров.	0- 30	0- 25
II	Древостой после пожара заметно изреживается; характеризуется сохранением жизнедеятельности значительного количества деревьев верхнего полога и отмиранием подчиненной части древостоя после низовых пожаров средней силы.	31 - 70	26- 60
III	Древостой после сильного повреждения пожаром усыхает полностью или почти полностью; характеризуется сохранением жизнедеятельности только незначительного числа деревьев верхнего полога после верховых или сильных низовых пожаров.	71- 100	61- 100
IV	Древостой гибнет полностью в процессе пожара; представляет собой горельники с древостоями, полностью утратившими жизнедеятельность вследствие обгорания крон во время верховых пожаров.	100	100
V	Древостой в результате пожара вываливается; представляет собой сложные горельники.	71 - 100	61 -100

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

(Обязательное)

Таблица – В 1 Данные развития лесного пожара

Площадь лесного пожара $S_{П}$ , км <sup>2</sup>	Периметр лесного пожара $P_{П}$ , км	Высота пламени $h_{П}$ ,м	Скорость		Класс		Линейная скорость распространения		
			Линейная скорость пожара $V_{П}$ , м/мин	ветра, м/с	горимости лесных насаждений	пожарной опасности погоды	фронта пожара $V_{фр}$ м/с	фланга пожара $V_{фл}$ м/с	тыла пожара $V_{т}$ м/с
5,49	0,22	1-2	213	3-4	II	III	113	18	16

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(Обязательное)

Таблица – 6 Силы и средства для ликвидации и локализации лесного пожара

Расход воды, л/с	Интенсивность подачи воды, л/с	Количество стволов (РСП-70 по типу Б) на непосредственное тушение пожара, шт.	Требуемые пожарные автомобили			Количество личного состава, человек	Общая продолжительность локализации пожара, час	Площадь пожара в момент локализации, га	Необходимое количество воды для тушения низового лесного пожара, м <sup>3</sup> /га
			ПНС – 110, ед.	АЦ – 6,0-40, ед.	АР-2, ед.				
226	0.5	32	8	22	3	165	9	800	60-90

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(Обязательное)

Таблица Д 1 – Оснащение пожарной части № 102 ФГКУ "1 отряд ФПС  
по Республике Хакасия

Оборудование	Тип, марка	Количество	Назначение
Основное оборудование			
Пожарные агрегаты			
Автоцистерна пожарная (команда из 8 человек)	АЦ-6,0-40 (на базе Урал - 4320)	4	Доставка средств тушения и рабочих к месту пожара
Автомобиль рукавный	АР-2 (на базе ЗиЛ-131)	1	Доставка рукавов и инвентаря для устройства трубопроводов
Автомобиль бортовой повышенной проходимости	ГАЗ – 66	1	Доставка рабочих и средств пожаротушения к пожару, перевозка пожарного инвентаря
Пожарная насосная станция	ПНС-110	2	Забор воды из водоисточника
Автотопливозаправщик	АТЗ-10- 4320	1	Снабжение техники топливом и маслами
Технологическая оснастка			
Пожарные стволы	AKRON Assault 4820	5	Создание сплошных струй