

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Оценка территориальных рисков возникновения ЧС в лесном массиве

УДК 614.8:551:504.05

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ91	Бектенов Диас Елеубекулы		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю. А.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М. А.	Д.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю. М.	Д.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		

Томск – 2021 г.

Планируемые результаты освоения ООП «Управление комплексной техноферной безопасностью»

Код компетенции	Наименование компетенции
Общекультурные (универсальные) компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языках (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определить и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность структурировать знания, готов к решению сложных и проблемных вопросов
ОПК(У)-2	Способность генерировать новые идеи, их отстаивать и целенаправленно реализовывать
ОПК(У)-3	Способность акцентированно формулировать мысль в устной и письменной форме на государственном языке Российской Федерации и на иностранном языке
ОПК(У)-4	Способность организовывать работу творческого коллектива в обстановке коллективизма и взаимопомощи
ОПК(У)-5	Способность моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, использовать известные решения в новом приложении, качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать
Профессиональные компетенции выпускников	
ПК(У)-8	Способность ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области
ПК(У)-9	Способность создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания
ПК(У)-10	Способность анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных задач
ПК(У)-11	Способность идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов
ПК(У)-12	Способность использовать современную измерительную технику, современные методы измерения
ПК(У)-13	Способность применять методы анализа и оценки надежности и техногенного риска
ПК(У)-14	Способность организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания на уровне предприятия, территориально-производственных комплексов и регионов, а также деятельность предприятия в режиме чрезвычайной ситуации
ПК(У)-15	Способность осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях
ПК(У)-16	Способность участвовать в разработке нормативно-правовых актов по вопросам техноферной безопасности
ПК(У)-17	Способность к рациональному решению вопросов безопасного размещения и применения технических средств в регионах
ПК(У)-18	Способность применять на практике теории принятия управленческих решений и методы экспертных оценок
ДПК(У)-1	Способность осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
 Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 20.04.01 Техносферная безопасность
 _____ Ю.В. Анищенко
 15.03.2021 г.

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1EM91	Бектенову Диасу Елеубекулы

Тема работы:

Оценка территориальных рисков возникновения ЧС в лесном массиве

Утверждена приказом директора (дата, номер)

16.03.2021 №75-41/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

7.06.2021 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является лесной массив на территории Томского района Томской области.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования,</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дать классификацию видам лесных пожаров, определить риск возникновения и распространения; 2. Изучить методику расчета рисков от лесных пожаров в других странах;

<p><i>конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>3. Рассмотреть причину пожаров с точки зрения инициируемых процессов и классификацию лесных горючих материалов (ЛГМ);</p> <p>4. Экспериментально установить время индукции зажигания ЛГМ.</p> <p>5. Оценить влияние климатических факторов на пожары;</p> <p>6. Разработать дерево событий и определить вероятность возникновения лесных пожаров.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Профессор ООД, ШБИП Федорчук Юрий Митрофанович, д.т.н.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Профессор ОСГН, ШБИП Гасанов Магеррам Али оглы, д.э.н</p>
<p>Раздел ВКР на иностранном языке</p>	<p>Доцент ОИЯ, Денико Роман Викторович, к.ф.н.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>1. Литературный обзор (Literature review)</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>15.03.2021 г</p>
--	---------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю. А	к.т.н.		15.03.2021 г

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM91	Бектенов Диас Елеубекулы		15.03.2021 г

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
 Уровень образования магистратура
 Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения весенний семестр 2020/2021 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	7.06.2021 г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
22.03.2021 г.	Разработка раздела «Введение»	10
05.04.2021 г.	Разработка раздела «Анализ причин и факторов возникновения пожаров в лесном массиве»	10
19.04.2021 г.	Разработка раздела «Оценка риска возникновения ЧС в лесном массиве»	20
24.05.2021 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность», «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», раздел на английском языке	10
04.06.2021 г.	Оформление ВКР	10
11.06.2021 г.	Представление ВКР	40

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю. А.	к.т.н.		15.03.2021

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		15.03.2021

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ91	Бектенову Диасу Елеубекулы

Школа	ИШНКБ	Отделение	Отделение контроля и диагностики
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НИТ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИТ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение оценки экономической эффективности определения отношений.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений	
2. Матрица SWOT	
3. График проведения и бюджет НИТ	
4. Расчёт денежного потока	
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИТ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д.э.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ91	Бектенов Диас Елеубекулы		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1EM91	Бектенову Диасу Елеубекулы

Школа	ИШНКБ	Отделение	Отделение контроля и диагностики
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР: Оценка риска возникновения ЧС в лесном массиве

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
4. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Разработка методологии определения величин рисков возникновения очагов возгорания в лесных массивах,
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
5. Производственная безопасность: 1.1. Анализ выявленных вредных факторов <ul style="list-style-type: none"> • Природа воздействия; • Действие на организм; • Нормы воздействия и нормативные документы (для вредных факторов); • СИЗ коллективные и индивидуальные. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов <ul style="list-style-type: none"> • Термические источники опасности; • Электробезопасность; • Пожаробезопасность. 	Вредные факторы: Недостаточная освещенность; Нарушение микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ; Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ; Электроопасность: класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R _{заземления} , СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ; Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничения применения. Приведена схема эвакуации.
6. Экологическая безопасность:	Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, люминесцентные лампы и способы их утилизации).
7. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: 3.1. Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; 3.2. Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;	Рассмотрены два варианта чрезвычайных ситуаций: 1) природная – сильные морозы зимой;

3.3. Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место, исключение вандализма и диверсии.
8. Перечень нормативно-технической документации, используемой при написании раздела СО	ГОСТы, СанПиНы, СНиПы

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ91	Бектенов Диас Елеубекулы		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 122 с., 22 рис., 33 табл., 33 источников, 1 прил.

Ключевые слова: Лесной пожар, лесные горючие материалы, очаг, чрезвычайные ситуации.

Объектом исследования является (ются) лесной массив в Томской области

Цель работы – оценка территориальных рисков возникновения чрезвычайных ситуации (ЧС) в лесном массиве.

В процессе исследования проводились аналитический обзор статей, литературы по заданной тематике, поставлен эксперимент по определению температуры самовозгорания, также построена вариологическая модель.

В результате исследования были рассмотрены и проанализированы виды лесных пожаров, их причины. Влияние климатических факторов на пожар. Проведены опыты по определению температуры самовозгорания лесных горючих материалов, построена вариологическая модель.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

Степень внедрения:

Область применения: в отделение прогнозирования ЧС ГУ МЧС России по Томской области

Экономическая эффективность/значимость работы сокращение ущерба от лесных пожаров на территории Томской области

В будущем планируется внедрить данную разработку по определению температуры самовозгорания ЛГМ в ГУ МЧС России по Томской области.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

1. Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Пламя – это видимая зона горения, в которой наблюдается свечение, сопровождающееся излучением тепла.

Разогрев – это нагрев участка древесины наружным источником тепла до температуры воспламенения.

Воспламенением называют начальную стадию горения, в течении которой энергия, подводимая извне, приводит к резкому ускорению термохимической реакции.

Температура вспышки горючих газов – наименьшая температура, при которой возможен процесс воспламенения и горения газов, образованных над поверхностью горючего вещества.

2. Нормативные ссылки

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты: ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

3. Обозначения и сокращения

МЧС – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

ГУ МЧС ТО – Главное управление МЧС по Томской области;

ЛГМ – лесные горючие материалы.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	13
ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	14
1. АНАЛИЗ ПРИЧИН И ФАКТОРОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ В ЛЕСНОМ МАССИВЕ.....	15
1.1. Основные виды лесных пожаров.....	15
1.2. Риск возникновения пожара в лесу	19
1.3. Анализ зарубежных методов расчета рисков.....	24
1.4. Причины пожаров с точки зрения инициируемых процессов. Классификация ЛГМ	27
1.5. Ущерб от лесных пожаров (статистические данные, причины)	33
1.6. Влияние климатических факторов на пожары.....	34
1.7. Постановка задачи исследования	40
2. ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС В ЛЕСНОМ МАССИВЕ.....	42
2.1. Построение дерева причин возникновения лесного пожара.....	42
2.1.1. Сбор и анализ исходных данных для моделирования	42
2.1.2 Построение дерева причин	43
2.1.3. Мероприятия по уменьшению риска возникновения пожаров в лесном массиве... 48	
2.2. Экспериментальная часть по определению температуры самовозгорания ЛГМ.....	50
2.2.1. Описание установки и методики по определению времени индукции зажигания ЛГМ.....	50
2.2.2. Описание ягеля как компонента ЛГМ. Основные стадии горения ЛГМ	52
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	62
3.1. Предпроектный анализ	62
3.2. Инициация проекта	68
3.3. Планирование управления научно-техническим проектом	70
3.4. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	79
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	89
4.1. Производственная безопасность	89
4.2. Освещенность.....	95
4.3. Пожарная опасность.....	98
4.4. Экологическая безопасность	101
4.5. Безопасность в ЧС.....	102

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	104
СПИСОК ПУБЛИКАЦИИ.....	106
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	108
Приложение А.....	112

ВВЕДЕНИЕ

Леса являются величайшим источником вдохновения и здоровья, и также одним из основных природных ресурсов. Здоровый лес является истинным показателем экологических условий, леса играют важную роль в поддержании экологического баланса. Они вырабатывают кислород и улавливают ядовитые газы и пыль, являются конденсатором влаги. Из-за этого, невозможно перечислить все бедствия, которые последуют за уничтожением лесов. Одним из факторов уничтожения лесных массивов непосредственно являются лесные пожары. Их частое возникновение пожаров приводит к деградации лесов в России.

Лесной пожар является стихийным, неконтролируемым распространением огня на лесной территории. На сегодняшний день лесные пожары считаются одной из самых страшных и опасных стихий в России, каждый год погибает большое количество людей и животных.

В связи с тем, что с 2015 по 2020 гг. количество лесных пожаров увеличилось почти на 20 %, тема оценки территориальных рисков от возникновения лесных пожаров является актуальной.

Целью магистерской диссертации является оценка территориальных рисков возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС) в лесном массиве.

Задачи:

1. Изучить виды лесных пожаров, оценить риск возникновения их распространения;
2. Изучить подходы к оценке риска в зарубежных странах.
3. Рассмотреть причину пожаров с точки зрения инициируемых процессов и классификацию лесных горючих материалов (ЛГМ);
4. Оценить влияние климатических факторов на пожары;
5. Построить дерево причин возникновения лесных пожаров.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования в данной работе является лесной массив в Томской области.

Методы исследования:

- 1) аналитический обзор информации, литературы и статей по тематике работы;
- 2) постановка эксперимента по определению температуры самовозгорания лесной подстилки в лесном массиве – мох (ягель).

1. АНАЛИЗ ПРИЧИН И ФАКТОРОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ В ЛЕСНОМ МАССИВЕ

1.1. Основные виды лесных пожаров

Россия занимает первое место в мире по обеспеченности лесами, 45 % территории ее площади занимает лесной массив. Лесные пожары составляют одну из главных проблем, возникающих на территории России. В летний сезон по стране возникает от нескольких десятков пожаров в день.

Лесной пожар – стихийное и неуправляемое распространение огня по лесным площадям, он распространяется стихийно, причиняя вред всему, что встречается на пути и является причиной уничтожения трав, полога леса, кустарников, мхов и лишайников, повреждения почв и др.

Основная причина возникновения лесного пожара деятельность человека, другие причины в жару – грозы, торфяное самовозгорание торфа и сельхозпалы, и все же основная причина – легкомыслие людей. Самыми распространенными природными пожарами являются травяные палы, которые на сильном весеннем солнце ранней весной высыхают быстро, ведь прошлогодняя трава может легко загореться от любой брошенной спички, сигареты, разбитой бутылки. Травяные палы быстро распространяются в ветреные дни и остановить хорошо разгоревшийся пожар бывает очень непросто. Травяные палы могут стать причиной более катастрофических пожаров - лесных и торфяных, так же, они уничтожают молодые посадки лесов. Травяные палы вызывают очень сильное задымление и опасны для здоровья людей, шлейф дыма распространяется на многие километры. Нередко от травяных пожаров сгорают дома и даже целые дачные поселки или деревни.

В лесных пожарах различают три основных вида: низовые, верховые и подземные (торфяные). Кроме того, классифицируются пожары, возникающие редко - валежные и пятнистые пожары. Пожары подразделяются на слабые, средние, сильные от интенсивности горения и распространения огня.

Низовые пожары являются наиболее распространенными и распространяются по напочвенному покрову (рис. 1).



Рисунок 1 – Низовой пожар

При таких пожарах горит лесной опад или лесная подстилка, который состоит не только из остатков растений. Лесную подстилку составляют еще и хвоевые остатки, остатки ягод, насекомых, животных и всего остального, что может оказаться на поверхности почвы.

Низовые пожары по характеру развития бывают устойчивые и беглые.

Беглые низовые пожары не наносят сильный вред корневой системе деревьев, т.к., для них характерно перескакивать с одного места на другое.

Устойчивый вид низовых пожаров леса наносят значительный вред лесным посадкам, они возникают при сильной засухе. Лесная подстилка и мох с низким уровнем влажности оказывают сильное локальное разрушающее воздействие огню. В этих случаях возгорание уходит вглубь почвы на более 15 см и приносит корневой системе значительный вред.

Верховые пожары характеризуются тем, что пламя поднимаясь вверх переходит на кроны деревьев, без поддержки низового пожара долго такой

пожар не продолжается и развиваются они из низовых пожаров (рис. 2). При объединении двух пожаров идет выгорание всего леса.



Рисунок 2 – Верховой пожар

Верховые пожары очень опасны на густых лесных участках и могут быть устойчивыми или беглыми.

Беглый верховой пожар распространяется с большой скоростью и скачками по верхушкам деревьев, и есть случаи, когда один пожар привел к уничтожению миллионов га леса. Максимальная скорость достигает 5 км/ч, причиной ей служит ветер. Такой пожар подвергает опасности только верхушки деревьев.

При устойчивом верховом пожаре распространение огня происходит одновременно с горением лесного опада. Он захватывает стволы деревьев и обладает разрушительной силой. По скорости устойчивый верховой пожар ниже, чем беглый, в среднем – 1 км/ч.

Подземный (торфяной) или почвенный пожар образуется как правило, в следствие лесных пожаров, может возникать и самостоятельно на торфяных

болотах (рис. 3). В подземных пожарах огонь распространяется по горючему материалу (торфу) на глубине 50 см. Эти пожары характеризуются длительным процессом, переживают даже зиму, на следующий год тлея под снегом могут вспыхнуть с новой силой, т.к., горение происходит и без кислорода.



Рисунок 3 – Подземный (торфяной) пожар

В связи с этим, животные или люди могут наступить на совершенно безобидную лесную подстилку – и провалиться в огненный ад. Обычно, горящий торфяник выдает себя струйками дыма, которые просачиваются на поверхность. Такой пожар сопровождается подземными пустотами и ядовитым дымом, что крайне опасно для людей и животных.

Выделяются одноочаговые возгорания, которые возникают от внешнего воздействия (непотушенный костер) и многоочаговые, возникающие вследствие низового распространяющегося пожара.

Валежный пожар – устойчивый вариант низового пожара, возникает в местах большого скопления сухих лесных материалов (шелкопрядник, поваленные материалы, заброшенные лесосеки). Данные условия приводят к мгновенному распространению на большие площади и этот пожар характеризуется высокой интенсивностью из-за углубления выгорания почвы до минерального слоя. Такие лесные участки труднодоступны и непроходимы для технических средств, что составляет трудность тушения.



Рисунок 4 – Валежный пожар

Пятнистый пожар числится в современной классификации пожаров и имеет некоторые особенности, которые учитываются при составлении плана борьбы с лесным возгоранием. Этот вид пожара образуется из верхового пожара, когда из-за высокой интенсивности горения в воздухе образуются мощные конвекционные потоки, внутри которых собираются продукты горения и потоки которых, поднявшись над верховым пожаром, рассеиваются на соседние территории, вызывая новые очаги возгораний. Пятнистый пожар называют также и огненным штормом, борьба с пятнистыми пожарами проводится пожарной авиацией (авиация МЧС России).

1.2. Риск возникновения пожара в лесу

Риск является вероятностной мерой реализации опасности.

Пожарный риск является мерой возможной реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей. Отсутствие возможности реализации опасности или состоянием безопасности является отсутствием риска [1].

В повседневной жизни с наличием источников опасности невозможна полная безопасность. Большую опасность для природы и населения представляют пожары в природных условиях – ландшафтные пожары [2].

Риск определяется как частота или вероятность возникновения одного события при наступлении другого события. Под опасностью в общем случае понимается явление (природное или техносферы), при котором возможно возникновение явлений или процессов, способных поражать людей, наносить материальный ущерб от пожара, разрушительно действовать на окружающую человека среду. В зависимости от рассмотрения объекта воздействия опасных факторов пожара (ОФП) выделяется риск для жизни и здоровья людей (потенциальный, индивидуальный, коллективный и социальный), риск уничтожения или повреждения имущества (материальный) и риск нанесения ущерба окружающей среде (экологический). Пожарный риск для жизни и здоровья людей, как правило, характеризуется числовыми значениями потенциального, индивидуального и социального рисков [1].

По ФЗ РФ №184-ФЗ от 27.12.2002 (ред. 28.11.2015) «О техническом регулировании»: «Риск является вероятностным причинением вреда жизни и здоровью граждан, имуществу физических/юридических лиц, государственному/муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда» [3]. По Уч. пособ. «Основы анализа и управления риском...» [4]: «Риск чрезвычайных ситуаций (ЧС) – количественная мера опасности, равная произведению числа (или вероятности) чрезвычайных ситуаций за год на ожидаемые последствия ЧС»; «Природный риск – возможность нежелательных последствий от опасных природных процессов и явлений»; «Техногенный риск – возможность нежелательных последствий от опасных техногенных явлений, а также ухудшения окружающей среды из-за промышленных выбросов».

В соответствии со ст. 6 ФЗ от 22.07.2008 №123-ФЗ ("Условия соответствия объекта защиты требования пожарной безопасности") расчет риска производится при отступлении от требований нормативных документов по пожарной безопасности. Т.е., если для объекта выполнены требования федеральных законов и сводов правил, то риски считать не надо. Если выполнены требования федеральных законов, но есть отступления от

требований, например, сводов правил, то эти отступления обосновываются расчетом рисков.

Например, обосновать расчетом пожарного риска можно: площади пожарных отсеков и секций, ширину и протяженность путей эвакуации, выбор средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара, тип систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией, наличие либо отсутствие систем противодымной защиты, наличие либо отсутствие систем пожаротушения (Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. №382), величину противопожарного разрыва между зданиями и сооружениями (Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. №404).

Лесные пожары каждый год наносят существенный ущерб окружающей среде, и проблема лесных пожаров является распространенной и значительной в мире.

Ежегодно на территории России количество лесных пожаров колеблется 12 – 36 тыс. с площадью 0,5 - 2,1 млн. га. Они наносят значительный ущерб в млрд. долларов [7].

Большое количество природных пожаров возникает по вине человека и по статистике около 80% всех пожаров, которые возникают за пожароопасный период, обусловлены антропогенными причинами, это могут быть нарушения техники безопасности при производстве лесных работ, умышленные поджоги, неосторожное обращение с огнем.

Лесные пожары причиняют и косвенный ущерб, он заключается в выбросе продуктов горения (аэрозоли, канцерогены, парниковые газы) в атмосферный воздух, который приводит к загрязнению окружающей среды и негативному воздействию на людей.

Для смягчения последствий лесных пожаров проводится точная и своевременная оценка прямого и косвенного ущерба для населения и окружающей среды.

При крупных пожарах проводится космический мониторинг, чтобы получить данные о координатах лесных гарей, площади выгоревшего леса и его

типе. Возможно обустройство имеющихся водоемов или создание новых, т.к., вода является основным средством при тушении лесных пожаров.

Лесные пожары на сегодняшний день – одни из основных видов экологического риска, нанося значительный ущерб экосистеме и отрицательное воздействия на безопасность и здоровье человека.

Обнаружение лесных пожаров является главным аспектом в борьбе с лесными пожарами, ведь усилия для локализации и полного тушения со временем растут в геометрической прогрессии.

Для борьбы с лесными пожарами в стране выделяется несколько млрд. рублей, а материальный же ущерб - 20 миллиардов рублей [8].

На основании вышеизложенного, проблема лесных пожаров для России очень актуальна, ведь леса занимают 45% от всей площади страны. Оценка лесных пожаров даст возможность предугадать сценарии развития неблагоприятных событий.

Для этого было составлено дерево событий, где головным событием будет вероятность возникновения лесного пожара, которое позволяет наглядно продемонстрировать логическую цепочку событий [9].

Проблемам лесных пожаров посвящено огромное количество отечественных и зарубежных публикаций, накоплен многосторонний опыт организации борьбы с лесными пожарами.

Лесные пожары оказывают большое влияние на состояние и динамику лесов Российской Федерации и наносят большой ущерб лесным ресурсам (рис. 5).

В лесах Томской области природная пожарная опасность относительно невысока, из-за преобладания участков болотно-моховых и влажномшистых лесов, значительно реже встречаются участки с лишайниковым и сухомшистым покровом.

Лесорастительные условия на территории области способствуют развитию преимущественно низовых пожаров (90-95%), верховые пожары составляют до 5%, доля подземных (торфяных) пожаров - до 5%. Для Томской

области была составлена динамика развития лесных пожаров за 2015-2020 гг., которая показала, что наиболее пожароопасным периодом явились 2016 и 2019 гг., причиной послужили сельскохозяйственные палы.

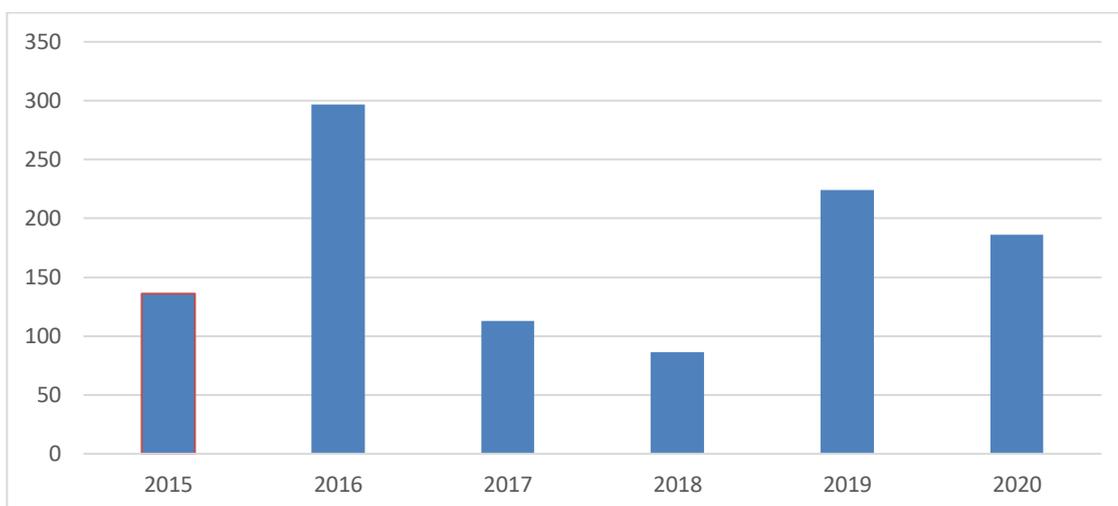


Рисунок 5 – Количество лесных пожаров в период 2015-2020 гг. на территории Томской области

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. Основные причины высокой горимости лесов России связаны с несовершенством государственного управления лесами и отсутствием целенаправленной работы с населением по профилактике лесных пожаров [11, 12, 13]. Распределение числа пожаров по территории страны крайне неравномерное. Это зависит от физико-географических условий региона и погодных условий года.

Из данных официальной статистики следует, что за последние 5 лет площадь, пройденная лесными пожарами, в целом по Российской Федерации существенно увеличилась. Распределение лесных пожаров по территории РФ увеличилась. Тенденция увеличения горимости территории Российской Федерации устойчива.

Лесной пожар легче всего потушить на самой ранней стадии – это является аксиомой. Для этого необходимо наличие 2-х составляющих: быстрое обнаружение очага возгорания и оперативное реагирование противопожарных служб по доставке к очагу сил и средств, достаточных для его тушения и/или локализации. Проблема быстрого обнаружения очагов возгораний леса постоянно обсуждается наукой и практикой, ее понимание велико в административных структурах регионов, однако многолетняя живучесть проблемы указывает на существование препятствий на пути ее решения.

1.3. Анализ зарубежных методов расчета рисков

Использование современных технологий теледетекции для мониторинга лесов не является новшеством, так как уже более 20 лет развивается в зарубежных странах (Канада, США, Швеция, Финляндия, Германия, Хорватия и др.) [14, 15, 16]. Однако в России данные технологии являются инновационными.

В настоящее время в Российской Федерации несколькими коммерческими операторами* осуществляется ряд пилотных проектов по разработке и внедрению систем противопожарного наземного мониторинга лесов с использованием современных технологий теледетекции. Данные системы состоят, как правило, из аппаратных и программных средств, способных оперативно распознать и передать информацию о факте возгорания на землях лесного фонда в зоне наблюдения.

Необходимо отметить, что в зарубежной практике распространена естественная система молниезащиты, где в качестве молниеотвода используются стальные стенки резервуаров с нефтью и нефтепродуктами [17]. т.к., атмосферное электричество в виде разрядов молнии и её вторичных проявлений является одним из наиболее опасных и непредсказуемых источников зажигания.

По работе Haruni Krisnawati, Wahyu C. Adinugroho, Rinaldi Imanuddin, Suyoko, Christopher J. Weston, Liubov Volkova – точная оценка запасов углерода в тропических торфяных лесах и воздействия пожаров на углеродные пулы

необходима для определения масштабов выбросов в атмосферу и поддержки политики сокращения выбросов [18].

Торфяные леса – это районы с высокой плотностью углерода (С) и играют важную роль в глобальном углеродном балансе суши. Продолжение осушения торфяников для сельского хозяйства и развития плантаций, в сочетании с глобальным потеплением вызывает усыхание торфяного леса на обширных территориях, делает их уязвимыми к пожарам. Например, региональные засухи в Индонезии в 1990-е годы и в начале 21 века привели к беспрецедентному увеличению торфяных пожаров, затронувших как естественные леса, так и лесные массивы.

Улучшение базы знаний по углеродному балансу торфа и сокращение выбросов торфяников является международным приоритетом Организации Объединенных Наций (FAO & Wetlands International, 2012). Однако, несмотря на твердую международную приверженность сокращению выбросов торфяников, прогресс в улучшении знаний был ограничен базой баланса углерода торфяных лесов для снижения неопределенности в оценке выбросов торфяных пожаров (Волкова и др., 2021).

Обзор литературы выявил серьезные пробелы, зная параметры, необходимые для оценки выбросов торфа, с большинством полевых измерений, собранных около 20 лет назад. Например, коэффициент горения (CF), доля массы израсходованного до пожара топлива (IPCC, 2006), напрямую влияют на оценки выбросов и требуется как для наземного топлива, так и для торфа, однако этот параметр редко измеряется в полевых условиях и часто принимается равным 0,5 для наземного топлива для первого пожара, без предоставления данных при повторных пожарах.

Это исчерпывающее сравнение первичных торфяно-болотных лесов с вторичными лесами разной пожарно-тревожной истории показывают, что вырубленные и выжженные леса могут удерживать до 35% мертвых деревьев.

Сравнение рассчитанных выбросов от торфяных пожаров, и оценкой реальных выбросов дает новые данные, которые уменьшают неопределенность в выбросах торфяных пожаров и в оценке рисков.

По работе Rafael Llorens, Jos´e Antonio Sobrino, Cristina Fern´andez, Jos´e M. Fernandez-Alonso, Jos´e Antonio Vega [19] «Методика оценки площадей пожаров и степени их тяжести» - методика оценки площади территорий, пострадавших от лесных пожаров, а также степени тяжести ожогов с использованием изображений Sentinel 2 (10 и 20 м) предлагаются и применяются к пожарам, произошедшим в таких странах, как Испания и Португалия.

Сравнение с Европейской информационной системой о лесных пожарах (EFFIS), которая использует снимки MODIS (250 м) показывают, что методика улучшает оценку площади на 10% в рассматриваемой зоне.

Лесные пожары, наряду с изменением климата и засухой, считаются одними из основных нарушений, которые вызывают, среди прочего, уничтожение растительности. Изменение климата представляет собой серьезную проблему для лесов, где ожидается увеличение вероятности экстремальных явлений (Lindner et al., 2010). В последние годы повышение температуры и уменьшение количества осадков привели к увеличению пожароопасности (Vilar et al., 2016) и, следовательно, более высокий уровень выбросов (CO_2 , CO и CH_4), связанные с парниковым эффектом (Seiler и Crutzen, 1980; Bergamaschi et al., 2000). В результате высокой степени тяжести достигнутый уровень в некоторых пожарах, человеческих жизнях, инфраструктурах и экосистемах оказались под угрозой. Однако есть случаи, когда лесные пожары помогают экосистеме, например, поля сельскохозяйственных культур обычно сжигают, чтобы удобрить почву и устранить сорняк перед посевом (Велез и др., 1990).

В настоящее время дистанционное зондирование является ключевым инструментом мониторинга, анализа и восстановления выгоревших территорий в глобальном и региональном масштабе, потому что это обеспечивает надежные

и быстрые результаты и позволяет быстро диагностировать выжженные участки для мероприятий по ликвидации последствий пожара.

1.4. Причины пожаров с точки зрения инициируемых процессов. Классификация ЛГМ

Пожар является неконтролируемым горением, горение же является физико-химическим процессом, при котором превращение вещества сопровождается интенсивным выделением энергии, тепло- и массообменом с окружающей средой и, как правило, ярким свечением.

В большинстве случаев горение происходит в результате экзотермического взаимодействия (химическая реакция, сопровождающаяся выделением тепла) вещества, способного к горению (горючего), и окислителя (кислорода воздуха, закиси азота, хлора и т.п.). Горение может начаться самопроизвольно (самовоспламенение) или возникнуть вследствие зажигания.

Пожары по своим масштабам и интенсивности подразделяются на отдельный, сплошной, массовый пожар и огневой шторм.

Отдельный пожар – это пожар, возникший в отдельном здании или сооружении. Продвижение людей и техники по застроенной территории между отдельными пожарами возможно без средств защиты.

Сплошной пожар – одновременное и интенсивное горение преобладающего количества зданий и сооружений на определенном (данном) участке застройки. Продвижение людей и техники через участок сплошного пожара без средств защиты невозможно.

Массовый пожар – представляет собой совокупность отдельных и сплошных пожаров.

Огневой шторм – это особая форма распространяющегося сплошного пожара, характерными признаками которого являются наличие восходящего потока продуктов сгорания и нагретого воздуха.

Интенсивность пожара для лесных поселений, во многом зависит от степени огнестойкости объектов и конструкций, горючести стройматериалов.

Пожары характеризуются рядом параметров:

- продолжительностью пожара;
- площадью пожара;
- зоной горения;
- зоной теплового воздействия;
- зоной задымления;
- фронтом сплошного пожара;
- температурой открытого пожара.

Основными поражающими факторами пожаров являются:

- тепловое излучение;
- фронт пожара и летящие на большое расстояние искры;
- токсическое действие продуктов горения на живые организмы.

Тепловое излучение – это непосредственное действие огня на горящий предмет (горение) и дистанционное воздействие на предметы и объекты высокими температурами. В результате теплового излучения происходит сгорание предметов и объектов, их разрушение и выход из строя.

Фронт пожара и летящие на большое расстояние искры – передняя зона (кромка) распространяющегося пожара. Кромка пожара – полоса горения, окаймляющая внешний контур пожара и непосредственно примыкающая к участкам, не пройденным огнём. Контур пожара – это внешняя граница площади, пройденная огнём.

Токсическое действие продуктов горения на живые организмы – это свойство некоторых химических соединений и веществ биологической природы при попадании в определенных количествах в живой организм (человека, животного и растения) вызывать нарушения его физиологических функций, в результате чего возникают симптомы отравления (интоксикации, заболевания), а при тяжелых отравлениях – гибель.

Наиболее сложные пожары происходят на объектах, где при пожаре образуются вторичные факторы (последствия).

Вторичными последствиями пожаров, при выходе их в селитебную зону, могут быть взрывы, утечка ядовитых или загрязняющих веществ в окружающую среду.

Противодействие пожарам осуществляется в процессе обеспечения пожарной безопасности. Для этого на объектах и предприятиях устанавливаются требования пожарной безопасности и противопожарные режимы, осуществляются меры пожарной безопасности.

В число предупредительных мероприятий по обеспечению противопожарной безопасности входят:

- устранение причин, которые могут вызвать пожар;
- своевременное обнаружение пожара;
- оповещение о пожаре населения;
- ограничение (локализация) распространения пожара;
- создание условий для эвакуации людей и имущества при пожаре;
- поддержание сил и средств ликвидации пожара в постоянной готовности.

Необходимо уметь и знать правила поведения и порядок действий при пожаре в селитебной зоне:

- при тушении возгорания необходимо использовать пожарные краны, огнетушители, воду, песок, землю, куски плотной ткани и другие подручные средства;
- при возгорании электропроводки – сначала обесточить ее;
- при возгорании электроприборов и если их невозможно сразу обесточить, то для тушения необходимо применять только углекислотные или порошковые огнетушители;
- выходить из зоны пожара нужно в наветренную сторону, т.е. туда, откуда дует ветер;
- при эвакуации – горящие помещения и задымленные места проходить быстро, задержав дыхание, защитив нос и рот влажной плотной тканью.

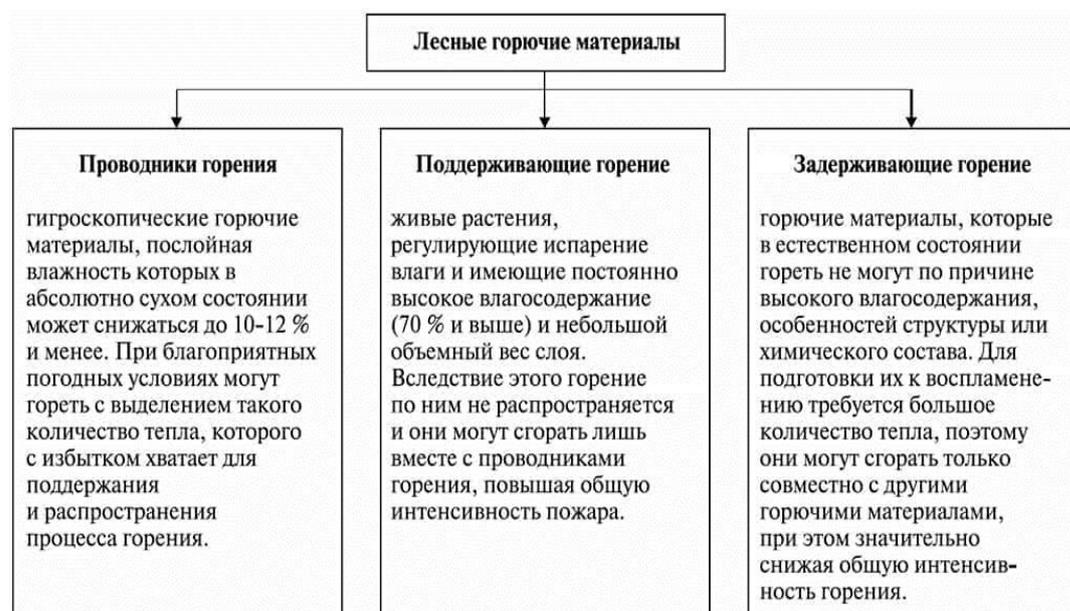


Рисунок 6 – Классификация ЛГМ

ЛГМ включают в себя растения и их остатки разной степени разложения, которые полностью или частично сжигаются при лесном пожаре.

Основоположник национальной классификации Н.П. Курбатский, разделил все ЛГМ на три категории (рис. 6).

При этом необходимо понимать, что горение может распространяться только тогда, когда содержание влаги в ЛГМ находится в необходимом для этого диапазоне. Если это не так, то проводник горения может стать задерживающим горение.

Кроме того, Н.П. Курбатский выделил семь групп ЛГМ:

- I. слои из мхов, лишайников и мелких растительных остатков (опад, травяная ветошь);
- II. подстилка, перегнойный и торфяной горизонты почвы;
- III. травы и кустарнички;
- IV. крупные древесные остатки (валежник, сухостой, сучья, пни, порубочные остатки);
- V. подрост, кустарники;
- VI. хвоя и листва растущих деревьев (вместе с мелкими веточками до 7 мм);
- VII – стволы растущих деревьев и живые сучья толще 7 мм.

ЛГМ каждой группы в различных биогеоценозах могут существенно различаться по своим пирологическим свойствам. Поэтому требуется дальнейшая классификация внутри групп на однотипные комплексы ЛГМ.

Классификацию ЛГМ внутри 1 группы предложил Э.В. Конев. Он разделил их по виду горючего на отмерший травостой, опавшую хвою, опавшую листву, лишайники и некоторые мхи. [20]. Существует множество других классификаций лесного горючего материала, их отличают различия в подходах и формах представления, что свидетельствует о том, что на сегодняшний день не существует общепринятой классификации ЛГМ в лесной пирологии. Это препятствует унификации нормативного справочного материала и возможности использования данных лесоуправления, а также усложняет формализацию исходных данных, необходимых для использования современных информационных технологий.

Чтобы решить проблемы прогнозирования поведения лесных пожаров, классификация ЛГМ должна быть привязана к общепринятой классификации лесных пожаров и единой шкале пожарной опасности в соответствии с погодными условиями или в местном масштабе.

Наиболее логично классифицировать ЛГМ в соответствии с общепринятой классификацией лесных пожаров, то есть в соответствии с расположением конкретного горючего материала в многоуровневом лесном покрове лесов и его ролью в процессе горения. (табл. 2). Поскольку лесные пожары делятся на три основных типа (верховые, низовые, торфяные), различающиеся по участию в сжигании различных ярусов ЛГМ, логично выделить группы, которые предоставляют эти типы пожаров при классификации ЛГМ. Можно придерживаться категорий Н.П. Курбатского при оценке роли различных ЛГМ в распространении горения [21].

Представленная классификация (табл. 1) при наличии информации о лесных горючих материалах позволяет прогнозировать возможные виды лесных пожаров на охраняемой лесной территории.

Чтобы можно было оценить пожарную зрелость лесного участка, т. е. возможен или не возможен будет на нем низовой пожар в случае появления там источника огня, напочвенные проводники горения разбиваются на пять классов пожарной опасности в зависимости от погодных условий. Влияние периода пожароопасного сезона, влажности почв и полноты насаждений учтено на основе данных работы [3].

Шкала очередности загорания позволяет по значениям комплексного показателя (КП) Гидрометцентра или показателя ПВ-1 судить о возможности возникновения там низового пожара при появлении источника огня.

Переход низового пожара в грунт происходит при высоких классах пожарной опасности в погодных условиях, когда почвенный покров представляет собой сфагнум. Возможность возникновения почвенного пожара оценивается по показателю ПВ-2.

Таблица 1 – Рекомендуемая классификация ЛГМ при прогнозировании пожаров в зоне лесов

Группа ЛГМ	Категория ЛГМ		
	Проводники горения	Поддерживающие горение	Задерживающие горение
Почвенные	Подстилка, перегной, торфф, дернина	Корни сухостоя	Живые корни древостоя
Напочвенные	Мхи, лишайники, мелкий сплошной опад (не толще 2 см), травяная ветошь, вереск (при сильном ветре)	Некоторые виды кустарничков (багульник болотный, вереск (при сильном ветре), брусника, голубика и др.), самосев, подрост и подлесок хвойных пород (высотой до 3 м), горючие кустарники, валежник, сухостой в комлевой части, пни, порубочные остатки	Вегетирующие травы, листва подроста, некоторые кустарнички (например, толокнянка)
Кроновые	Хвоя и несущие побеги (толщина 7 мм) в кронах древостоя, подроста и подлеска (высотой более 3 м)	Сухостой, стволы (особенно засмоленные и дуплистые), толстые сучья и сухие ветви растущих деревьев	Листва древесных пород

Огонь от верхового пожара возможен в высокополотных (полнота 0,7...1.0) хвойный молодняках, высота которых составляет до 10 м или в хвойных насаждениях до 10 – 20 м при наличии пожароопасного подлеска или густого подлеска и сухостоя. Крутизна склона 10° и более создает ступенчатую конструкцию древостоя и тем самым увеличивает риск возникновения верхового пожара. Поэтому, чтобы оценить возможность перемещения огня в верховой

пожар, необходимо дополнительно знать характеристики насаждений, подлеска и иметь информацию о рельефе местности.

1.5. Ущерб от лесных пожаров (статистические данные, причины)

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. Согласно данным МЧС России и Рослесхоза, всего с начала 1992 года по конец 2018 года в России зарегистрировано порядка 635 тыс. лесных пожаров, то есть затронувших земли лесного фонда.

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.

По данным МЧС, подавляющее большинство лесных пожаров возникает по вине человека: например, из-за непотушенных сигарет, неправильно разведенных костров, перехода на лесные угодья весеннего пала травы или искр от автомобильного или железнодорожного транспорта. В редких случаях пожары вызваны попаданиями молний.

Как правило, большинство лесных пожаров регистрируется в тайге, вдали от населенных пунктов. Большой общественный резонанс подобные природные бедствия получают, когда огонь подбирается к населенным пунктам или когда смог от пожаров распространяется на широкие площади, охватывая крупные агломерации.

Рекордным по количеству лесных пожаров стал 2002 год: было зарегистрировано 43 тыс. 418 очагов. Площадь лесных земель, пройденная

пожарами, тогда превысила 1 млн 369 тыс. га. Огнем были охвачены все восемь федеральных округов России. Общий ущерб составил 1 млрд 471 млн рублей.

Наибольший ущерб принесли природные пожары 2010 года, которые затронули всю территорию европейской части страны. Было зафиксировано 34 тыс. 812 очагов возгораний общей площадью около 2 млн га, в том числе более 1 тыс. торфяных. По данным МЧС России, всего от пожаров и вызванного ими смога пострадали 17 регионов, более 2,5 тыс. семей остались без крова, более 60 человек погибли в огне и от отравления продуктами горения, ущерб оценивался в 85,5 млрд рублей. Как следовало из доклада министра здравоохранения и социального развития Татьяны Голиковой, аномальные погодные условия июля и августа 2010 года повлияли на общий показатель смертности за год (в целом за 2010 год количество умерших выросло на 20 тыс. человек, или на 1% по сравнению с 2009 годом).

Наибольшая площадь пожаров в современной истории России наблюдалась в 2018 году. По данным "Авиалесохраны", огнем было пройдено 8 млн 674 тыс. га (в 2,5 раза больше, чем в 2017 году), число очагов составило 12 тыс. 121. При этом, по данным Счетной палаты РФ, ущерб от пожаров оказался на 20% меньше, чем в 2017 году, и составил 20 млрд рублей. Около 90% всех возгораний пришлось на Амурскую область, Хабаровский, Красноярский и Забайкальский края, Еврейскую автономную область. По данным МЧС, в зону потенциального воздействия природных пожаров попали свыше 7,5 тыс. населенных пунктов. Всего было зарегистрировано 489 природных пожаров, перешедших на территорию поселений и садоводческих товариществ, которыми уничтожено 456 строений. Погибших и пострадавших не было.

1.6. Влияние климатических факторов на пожары

Прогнозируемые климатические изменения в XXI в. могут оказывать значительное влияние на число и площадь лесных пожаров, а также степень их воздействия на лесные экосистемы. Оценка корреляции количества лесных пожаров с ожидаемыми климатическими изменениями необходима для

обеспечения безопасности национальной системы ведения лесного хозяйства. В работе дана оценка влияния климата на возникновение лесных пожаров на территории России. По данным исследования, наблюдается связь между экстремальными повышениями температуры воздуха и числом лесных пожаров.

Изменение климата создает для пожаров прекрасные, в буквальном смысле парниковые условия: всё становится сухим и готовым загореться, у человека со спичкой появляется отличный шанс, огонь быстро набирает силу и начинает уничтожать всё вокруг. Но это только половина картины. Разгораясь, пожар отапливает парник, там становится ещё теплее. Огонь разгорается ещё жарче, в парнике делается ещё теплее. Получается замкнутый круг...

Климатические условия на обширном пространстве России очень разнообразны, с каждым десятком километров можно увидеть заметные изменения в радиации, температуры воздуха, влажности; каждый регион не похож на предыдущий. Все эти факторы находят отражение в климатическом районировании России. Территорию страны принято делить на природно-климатические районы, которые классифицируются как очень холодный, холодный, умеренно холодный, умеренный и умеренно тёплый, влажный [1]. На большей части территории России холодное время года сопровождается температурой ниже 0 °С (273 °К) и продолжается от 6 до 10 месяцев. В холодных климатических районах по ГОСТ 16350-80 [2] находится более 80 % территории страны – это большая часть Севера Европейской части, Урала, Сибири и Дальнего Востока, где проживает около 35 % населения. Кроме того, в холодных климатических районах находятся 57 % объектов энергетики России. Пожары на этих объектах наносят колоссальный социально-экономический ущерб и сопряжены с большими сложностями по их ликвидации. Региональные природно-климатические условия обуславливают и эффективность функционирования пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров в различное время года. Климатические факторы воздействуют на пожарную и аварийно-спасательную технику, количество пожаров, время следования к месту вызова, продолжительность тушения пожаров [3].

С целью изучения условий деятельности подразделений, находящихся в различных климатических районах, был проведён статистический анализ крупных пожаров на территории России за период с 1995 г. по 2011 г. [4]. В результате статистической обработки карточек учёта крупных пожаров в различных климатических районах России получены распределение времени и средняя продолжительность следования пожарных подразделений на пожар и распределение времени и средняя продолжительность тушения пожара (рис.7).

Для сравнительной оценки пожарной обстановки в различных климатических районах использован специальный критерий учёта крупных пожаров по регионально-климатическому фактору, который показывает, какое количество крупных пожаров приходится на 100 тыс. человек, проживающих в рассматриваемом климатическом районе для конкретного времени года. Анализируя полученные данные, можно отметить, что за рассматриваемый период времени (1995-2011 гг.) на территорию холодных климатических районов пришлось 48 % крупных пожаров, произошедших в России зимой.

Сравнивая значения критерия для очень холодного и умеренного районов зимой можно определить, что в первом районе количество крупных пожаров на 100000 человек в зимний период года происходит в 7 раз чаще, чем во втором. Различаются показатели и по времени тушения пожаров в летнее и зимнее время года, а также по времени следования к месту вызова оперативных подразделений. Причём стоит отметить, что время тушения пожаров в холодных климатических районах превышает показатели по среднему времени тушения в умеренном климате, а время следования в зимний период года больше, чем летом в одном и том же климатическом районе.

Из проведённого анализа следует, что в холодных климатических районах, особенно в зимнее время, складывается сложная оперативная обстановка с тушением пожаров. Низкая температура воздуха способствует не только увеличению количества крупных пожаров, но и осложняет само тушение пожаров. Поэтому создание новых пожарно-технических средств,

приспособленных для эксплуатации в холодных климатических районах, является весьма актуальной задачей.

Рассмотрим температуру воздуха в Томской области (табл. 2).

Таблица 2 – Температура воздуха в Томской области

Месяц	Абсолют. минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют. максимум
январь	-55.0 (1931)	-20.9	-17.1	-13.0	3.7 (1948)
февраль	-51.3 (1951)	-18.9	-14.7	-9.6	7.5 (2016)
март	-42.4 (1892)	-12.0	-7.0	-1.1	17.7 (2009)
апрель	-31.1 (1964)	-3.4	1.3	7.0	29.5 (2017)
май	-17.5 (1898)	4.7	10.4	17.5	34.4 (2004)
июнь	-3.5 (1961)	10.5	15.9	22.3	34.7 (1931)
июль	1.5 (1945)	13.7	18.7	24.8	35.6 (2014)
август	-1.6 (1902)	11.0	15.7	21.7	33.8 (1998)
сентябрь	-8.1 (1955)	5.1	9.0	14.4	31.7 (2010)
октябрь	-29.1 (1940)	-1.4	1.7	6.0	25.1 (1928)
ноябрь	-48.3 (1952)	-11.4	-8.3	-4.7	11.6 (2006)
декабрь	-50.0 (1938)	-18.9	-15.1	-11.1	6.5 (1975)
Год	-55.0 (1931)	-3.5	0.9	6.2	35.6 (2014)

Климатические параметры теплого периода года Томской области: средняямаксимальная температура воздуха колеблется в пределах от 22,7°С до 24,4°С. Абсолютно максимальная составляет 37 °С. Средняя месячная относительная влажность воздуха около 58%. Преимущественно северо-западное направление ветра [13].

Промежуток светового дня в Томской области равен в летнее время от 15 до 18 часов. Средняя температура в летние месяцы в дневное время равна 23–28 °С. Максимальные средние дневные температуры до 33,4 °С. Среднегодовая скорость ветра составляет 3,6 м/с. Слабый ветер препятствует обменным движениям в приземном слое атмосферы, даже в самые ветреные месяцы года

(декабрь и март) повторяемость слабых ветров превышает 46%, а летом она достигает 73%.

Таблица 3 – Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность в г. Томске, МДж/м² (кВт*ч/м²)

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Суммарная солнечная радиация	0,75	1,55	3,52	4,61	5,57	6,16	6,12	4,69	3,10	1,47	0,80	0,50

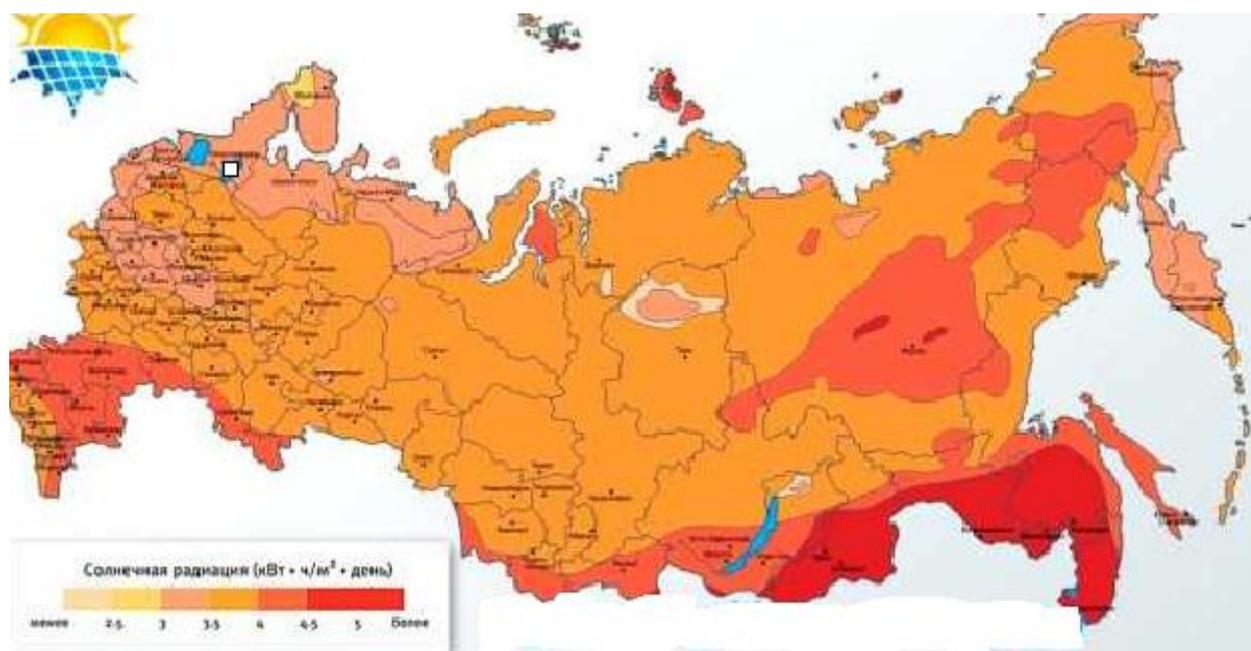


Рисунок 7– Распределение солнечной инсоляции по территории РФ

Благоприятные события для самовозгорания будут связаны с температурой окружающей среды, продолжительностью дня и с отсутствием факторов, влияющих на величину солнечной инсоляции (облачность, количество осадков, наличие тени).

Таблица 4 – Наиболее благоприятные дни для возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах Томской области за 2020 год

Дата	Температура, °С	Влажность, %	Скорость ветра, м/с
25 июня	+25	48	0,2
26 июня	+27	34	0
27 июня	+29	35	1
15 июля	+20	45	0

16 июля	+25	47	2
17 июля	+24	41	1
2 августа	+26	43	1
3 августа	+27	37	0
4 августа	+28	36	0
5 августа	+29	33	1
6 августа	+27	36	0

Данные о климатических факторах взяты исходя из статистических наблюдении Томского гидрометцентра.

Для ландшафтов южной тайги Западной Сибири установлена определенная зависимость частоты возникновения крупных лесных пожаров от количества дней без дождя. Установлено, что весной критический период, когда могут возникать крупные пожары, составляет 20 дней без осадков. Летом крупные пожары наблюдаются практически повсеместно даже при 30-дневной засухе.

Погодные условия также определяют возможность возникновения лесных пожаров из-за грозовой активности. По некоторым данным, грозы приводят к пожарам, при которых 50% сопровождается небольшими осадками, менее 2 мм, а также есть сухие грозы, на которые приходится 20-30% пожаров. В лесных районах, где в основном сухо и случаются грозовые пожары. Одна из главных опасностей заключается в том, что из-за грозы в течение короткого времени на огромной территории происходит несколько десятков пожаров. Очаги грозовых пожаров сохраняются в течение очень долгого времени, и их можно найти в тот же день или на следующий, когда заканчивается гроза. В Томской области доля «грозовых» пожаров не превышает 40%, а климат соответствует умеренной грозовой активности.

Как правило, возникновение пожаров также зависит от степени экономического развития лесов на территории, плотности населения, количества населенных пунктов – сел, деревень, районных центров и городов. Большой процент сжигания лесов приходится на леса, которые расположены вблизи населенных пунктов и транспортных сетей (также речных соединений).

Неосторожное обращение с огнем из-за неопытности, равнодушия, неуважения к законам и правилам являются причинами лесных пожаров, вызванных человеком. Костер - главная проблема лесных пожаров, потому что он разжигается всеми, от детей до охотников. Если говорить о Томской области, то более 52% лесных пожаров были вызваны человеком.

Природный фактор – лесной пожар был в прошлом, будет в будущем, поскольку нет возможности выращивать леса, которые невосприимчивы к пожару. Теперь все зависит от человека и умения контролировать ситуации, ведущие к пожару на всей протяженности леса. [2].

1.7. Постановка задачи исследования

Проведенный анализ показал, что информация о лесных горючих материалах позволяет оценить только одну сторону пожарной опасности лесных массивов. Вторая сторона – оценка содержания влаги в ЛГМ, а третья – оценка вероятности возникновения очагов пожара в лесах.

Широкое использование дистанционного зондирования позволяет на основе прогноза метеоусловий и классификации лесных массивов провести ранжирование как заблаговременно разработанных мероприятий, так и предложенных в реальных условиях.

Таким образом, показано, что определение вероятности самовозгорания лесного массива является актуальным вопросом.

В результате проведенного литературного анализа можно сформулировать цель и задачи исследования.

Целью магистерской диссертации является оценка территориальных рисков возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС) в лесном массиве.

Задачи исследования:

1. Изучить виды лесных пожаров, оценить риск возникновения их распространения;
2. Изучить подходы к оценке риска в зарубежных странах.

3. Рассмотреть причину пожаров с точки зрения инициируемых процессов и классификацию лесных горючих материалов (ЛГМ);
4. Оценить влияние климатических факторов на пожары;
5. Построить дерево причин возникновения лесных пожаров.

2. ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС В ЛЕСНОМ МАССИВЕ

2.1. Построение дерева причин возникновения лесного пожара

2.1.1. Сбор и анализ исходных данных для моделирования

Проведя анализ литературы видно [22], что лесной пожар является частым явлением на территории России. С целью определения вероятности возникновения лесных пожаров, было решено разработать вариологическую модель данного события.

Метод дерева событий, положенный в основу, является графическим представлением последовательностей событий, которые могут привести к головному событию.

Символы Т, М, В, С, F обозначают главные, промежуточные и базовые/неразвитые события соответственно. Главное событие (Вероятность возникновения лесного пожара) может индуцироваться следующими факторами:

- Зажигание природной системы М1;
- Зажигание при наличии антропогенного фактора М2;
- Готовность пожарной нагрузки к пожару М3;
- Источник зажигания М4;
- Размещение промышленно-технологических отходов М5;
- Вид, способ самовозгорания М6;
- Климатические факторы В1;
- Вид природного ландшафта В2;
- Влияние факторов на процесс самовозгорания В3;
- Естественные В4;
- Искусственные В5;
- Микробиологическое самовозгорание В6;
- Химическое самовозгорание В7;
- Температура самовозгорания В8;
- Время года (лето) С1;

- Продолжительность штилевой погоды С2;
- Количество осадков С3;
- Количество солнечных дней С4;
- Мокрые болота С5;
- Сухие торфяные болота С6;
- Смешанный лес С7;
- Лиственный лес С8;
- Хвойный лес С9;
- Молния С10;
- Метеорит С11;
- Окурок С12;
- Искры автомобилей С13;
- Пал С14;
- Искры печей С15;
- Умышленный поджог С16;
- Температура среды С17;
- Время индукции С18;
- Факторы теплоотвода С19;
- Влажность среды и объекта F1;
- Объем объекта F2;
- Плотность объекта F3.

Каждое из событий нуждается в дальнейшем развитии. Для событий имеется адекватная информация, позволяющая считать их базовыми, дальнейшее развитие которых невозможно или не считается необходимым.

2.1.2 Построение дерева причин

На основе вышеприведённых данных строится дерево причин возникновения лесного пожара.

Расчет вероятности (частоты) возникновения событий, влекущих в совокупности за собой возникновения лесного пожара, представлены в рисунке

Значения вероятностей событий:

Обозначение	Событие	Вероятность событий (год ⁻¹)
M1	Зажигание природной системы	625.36×10^{-17}
M2	Зажигание при наличии антропогенного фактора	2.3×10^{-4}
M3	Готовность пожарной нагрузки к пожару	125.022×10^{-12}
M4	Источник зажигания	5.002×10^{-5}
M5	Размещение промышленно-технологических отходов	10^1
M6	Вид, способ самовозгорания	2.3×10^{-5}
B1	Климатические факторы	2×10^{-10}
B2	Вид природного ландшафта	3.11×10^{-4}
B3	Влияние факторов на процесс самовозгорания	20.1×10^2
B4	Естественные	2×10^{-8}
B5	Искусственные	5×10^{-5}
B6	Микробиологическое самовозгорание	10^6
B7	Химическое самовозгорание	1.2×10^{-5}
B8	Температура самовозгорания	1×10^{-5}
C1	Время года (лето)	2×10^{-2}
C2	Продолжительность штилевой погоды	10^{-4}
C3	Количество осадков	10^{-2}
C4	Количество солнечных дней	10^{-2}
C5	Мокрые болота	10^{-6}
C6	Сухие торфяные болота	10^{-4}
C7	Смешанный лес	10^{-4}
C8	Лиственный лес	10^{-5}
C9	Хвойный лес	10^{-4}
C10	Молния	1×10^{-8}
C11	Метеорит	1×10^{-8}
C12	Окурок	1×10^{-5}
C13	Искры автомобилей	1×10^{-5}
C14	Пал	1×10^{-5}
C15	Искры печей	1×10^{-5}
C16	Умышленный поджог	1×10^{-5}
C17	Температура среды	1×10^1

C18	Время индукции	1×10^1
C19	Факторы теплоотвода	20,1
F1	Влажность среды и объекта	1×10^1
F2	Объем объекта	1×10^1
F3	Плотность объекта	1×10^1

В результате проведенных расчетов было установлено:

Для расчета вероятности фактора теплоотвода C19 необходимо сложить вероятности такие как: влажность среды и объекта, объем объекта, плотность объекта:

$$C19 = F1 + F2 + F3 = 1 \times 10^1 + 1 \times 10^1 + 1 \times 10^1 = 20,1$$

Получив вероятность фактора теплоотвода C19 и имея уже данные по температуре среды C17, времени индукции C18, можем рассчитать вероятность влияния факторов на процесс самовозгорания B3:

$$B3 = C17 \times C18 \times C19 = 1 \times 10^1 \times 1 \times 10^1 \times 20,1 = 20,1 \times 10^2$$

Далее проводим расчет вероятности вида природного ландшафта B2, складывая вероятности: мокрые болота C5, сухие торфяные болота C6, смешанные леса C7, лиственные леса C8, хвойные леса C9, и получим:

$$B2 = C5 + C6 + C7 + C8 + C9 = 10^{-6} + 10^{-4} + 10^{-4} + 10^{-5} + 10^{-4} = 3,11 \times 10^{-4}$$

Изучив климатические факторы C1, C2, C3, C4 можем получить вероятность B1:

$$B1 = C1 \times C2 \times C3 \times C4 = 2 \times 10^{-2} \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-10}$$

Рассчитав выше проделанные расчеты, перемножаем и получаем вероятность M3 (Готовность пожарной нагрузки к пожару):

$$M3 = B1 \times B2 \times B3 = 2 \times 10^{-10} \times 3,11 \times 10^{-4} \times 20,1 \times 10^2 = 125,022 \times 10^{-12}$$

Чтобы изучить блок M4 (Источники зажигания) проводим расчет вероятности естественных (B4) и искусственных (B5) источников зажигания:

$$B4 = C10 + C11 = 1 \times 10^{-8} + 1 \times 10^{-8} = 2 \times 10^{-8}$$

$$B5 = C12 + C13 + C14 + C15 + C16 = 1 \times 10^{-5} + 1 \times 10^{-5} + 1 \times 10^{-5} + 1 \times 10^{-5} + 1 \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-5}$$

Получаем вероятность влияния источников зажигания:

$$M4 = B4 + B5 = 2 \times 10^{-8} + 5 \times 10^{-5} = 5,002 \times 10^{-5}$$

Полученные вероятности: готовность пожарной нагрузки (M3) и источники зажигания (M4) умножаем и получаем вероятность зажигание природной среды (M1):

$$M1=M3 \times M4=125.022 \times 10^{-12} \times 5.002 \times 10^{-5}=625.36 \times 10^{-17}$$

Вероятность размещения промышленно-технологических отходов равна:

$$M5=10^1$$

Одной из вероятностей является вид, способ самовозгорания (M6), для ее получения складываем такие факторы как микробиологическое самовозгорание (B6), химическое самовозгорание (B7), температура самовозгорания (B8):

$$M6=B6+B7+B8=10^6+1.2 \times 10^{-5}+1 \times 10^{-5}=2.3 \times 10^{-5}$$

Вероятность при наличии антропогенных факторов (M2), получена умножением размещения промышленно-технологических отходов (M5) на вид, способ самовозгорания (M6):

$$M2=M5 \times M6=10^1 \times 2.3 \times 10^{-5}=2.3 \times 10^{-4}$$

Проведя расчеты получаем итоговую вероятность T:

$$T=M1+M2=625.36 \times 10^{-17}+2.3 \times 10^{-4}=2.3 \times 10^{-4}$$

Итоговая вероятность наступления события – «Вероятность возникновения лесного пожара» исходя из данных о вероятностях начальных событий, будет равна 2.3×10^{-4} год⁻¹. Анализируя результаты, можно сделать вывод, что при удачном сочетании факторов происходит возгорание леса.

Таблица 5 – Матрица определения величин рисков возникновения лесного пожара

Критерий оценки	Частота возникновения пожара в год	Время индукции до появления горения, с.
Частый	>1	До 300 с
Вероятный	1-10 ⁻²	До 1 суток
Возможный	10 ⁻² -10 ⁻⁴	От 1 до 4 суток
Редкий	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁶	4-5 суток
Практический невозможный	<10 ⁻⁶	Свыше 5 суток

2.1.3. Мероприятия по уменьшению риска возникновения пожаров в лесном массиве

Человеческий фактор возникновения пожаров в лесном массиве требует проработки мероприятий по снижению риска и их количества. Проведя данную диссертационную работу, предлагается ряд мероприятий:

- 1) Профилактика среди населения в области ПБ (Четкое разъяснение правил поведения на природе, показать какие могут быть последствия);
- 2) Ужесточение административной ответственности за нарушение норм пожарной безопасности;
- 3) Разработка планов и алгоритма действия органов МЧС и местных исполнительных органов;
- 4) Подготовка сил и средств тушения пожаров;
- 5) Разработка сценариев лесных пожаров;
- 6) Очистка леса и прилегающих территории от ТКО и высохшей травы, старых деревьев.
- 7) В местах отдыха организовать рейды пожарных дружин, с целью разъяснения и предупреждения пожаров.
- 8) Установка в местах отдыха, предупредительных знаков и табличек.

Заключение

В результате выполненной работы, были получены следующие результаты:

- Построено дерево причин возникновения лесного пожара, которая наглядно показывает какие факторы влияют на возникновение данного ЧС.
- Установлено что, вероятность зажигание природной системы составляет 625.36×10^{-17} .

Значительный вклад в потенциальную опасность природной системы вносят:

– Вероятность зажигания при наличии антропогенного фактора составляет 2.3×10^{-4} .

– Вероятность появления источника зажигания составляет 5.002×10^{-5} .

– Вероятность незаконного размещения промышленно-технологических отходов составляет 10^1 .

– Вероятность проявления одного из вида, способа самовозгорания равна 2.3×10^{-5} .

Значительный вклад в защиту от потенциальной опасности зажигания природной системы вносит вероятность готовности пожарной нагрузки к пожару, которая равна 125.022×10^{-12} .

Построив дерево причин возникновения лесных пожаров, показывает, что значимый вклад в развитие головного события вносят климатические факторы такие как: время года, штилевая погода, количество солнечных дней, влажность, факторы тепловода. Отсюда следует необходимость проведения эксперимента по определению температуры самовозгорания ЛГМ (ягеля) принимаем его как природную систему.

2.2. Экспериментальная часть по определению температуры самовозгорания ЛГМ

2.2.1. Описание установки и методики по определению времени индукции зажигания ЛГМ

Одной из важных проблем пожарной безопасности в лесных массивах является то, что множество органических материалов, склонны к самовозгоранию.

Для целесообразности экспериментальной части по определению температуры самовозгорания образца ягеля выбран ГОСТ 12.1.044-89. «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов» [1]. Эксперименты проводились в диапазоне температур 40°С до 300°С.

Давайте представим, что в лесной подстилке определенной толщины происходит процесс самонагрева и увеличение температуры из-за экзотермической реакции с выделением определенного количества тепла. В процессе окисления и разложения органического вещества происходит выделение энергии в результате экзотермической реакции, в результате чего повышается температура на лесной почве, вплоть до самовоспламенения. Отсюда и следует проблема ВКР – как и какими мероприятиями предотвратить самовозгорание, и предложить методы по устранению или его уменьшения.

Описание установки

Установка для проведения исследования в данной диссертации представляет собой тепловую камеру с элементом нагрева (рис. 9).

При помощи автотрансформатора задается напряжение на нагревательный элемент, тем самым нагревается воздух внутри тепловой камеры до нужной температуры. Исследуемый образец ЛГМ помещается в металлическую бьюксу (сетчатый конус) объемом 50 см³, далее устанавливается в тепловую камеру. Определение температуры в образце происходит благодаря термопары.

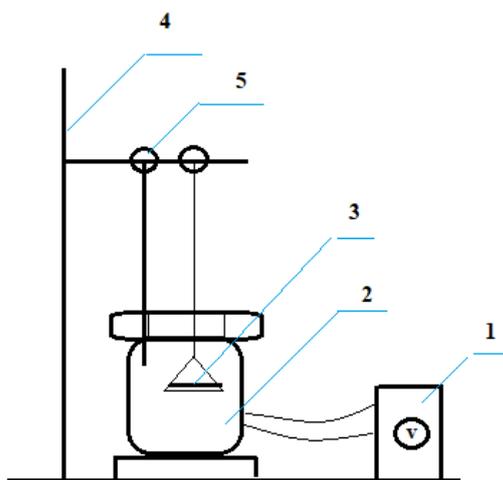


Рисунок 9 – Схема установки по определению температуры самовозгорания ЛГМ
 Обозначения: 1 – автотрансформатор; 2 – тепловая камера; 3 – контейнер с образцом; 4 – штатив; 5 – термопара с прибором регистрации



Рисунок 10 – Установка по определению температуры самовозгорания ЛГМ

Описание методики по определению температуры самовозгорания образца ЛГМ

Последовательность действий при проведении эксперимента:

1. Нужно выбрать образец ЛГМ для определения температуры самовозгорания и его массу.

2. Определить условия ОС, которые могут помешать на ход эксперимента: температура в лаборатории, метеоусловия, давление и т.п.
3. Желательно выбрать бюксу из металлической сетки для проведения экспериментов в термостатированном объёме для определения температуры самовозгорания образца ЛГМ.
4. Определить объем бюксы.
5. Определить плотность образца ЛГМ.
6. Поставить необходимую температуру в нагревательном элементе и напряжение на латре.
7. Зафиксировать значения температуры с интервалом времени при помощи термопары.
8. Фиксирование времени проведения эксперимента осуществляется при помощи секундомера.
9. Фиксирование результатов в протокол проведения экспериментов.

Оценка результатов

Температурой самовозгорания исследуемого вещества будет являться минимальная температура, при которой наблюдается самовозгорание трех исследуемых образцов. Условия и результаты испытаний заносятся в таблицу проведения экспериментов.

Требования безопасности

Прибор для определения температуры самовозгорания размещается в металлическом вытяжном шкафу ШІНЖ, выделения дыма в ходе эксперимента удаляются вентиляционной системой на улицу. Рабочее место удовлетворяет требованиям электробезопасности и санитарно-гигиеническим требованиям.

2.2.2. Описание ягеля как компонента ЛГМ. Основные стадии горения ЛГМ

Большая часть территории Томской области является заболоченной.

Лишайник рода Кладония, особенный живой организм, представляющий собой симбиоз гриба и незаметных глазу водорослей. Внешне растение напоминает невысокий куст без корней и листьев, в высоту достигающий 10–15 см, с тончайшими выющимися ветвями. Наиболее распространенный цвет лишайника — белый, но встречаются и другие окраски — в желтоватых или розоватых тонах [25].



Рисунок 11 – Образец ЛГМ (Ягель)

При изучении литературных материалов сделали вывод, что лесные горючие материалы являются неплавящимися твердыми веществами, при нагревании которых образец до воспламенения проходит пять основных стадий:

1 – прогрев твердой фазы; толщина зоны зависит от температуры и теплопроводности вещества (рис. 11);

2 – пиролиз, или зона реакции в твердой фазе, в которой образуются летучие горючие вещества;

3 – возникает предпламенная область в газовой фазе, в ней образуется смесь с окислителем;

4 – образуется реакционная зона, в газовой фазе которой происходит превращение продуктов пиролиза в летучие продукты горения, данная переходит в зону тления, а затем возникает пламя;

5 – образуются продукты горения, образование которых сопровождается ростом температуры.

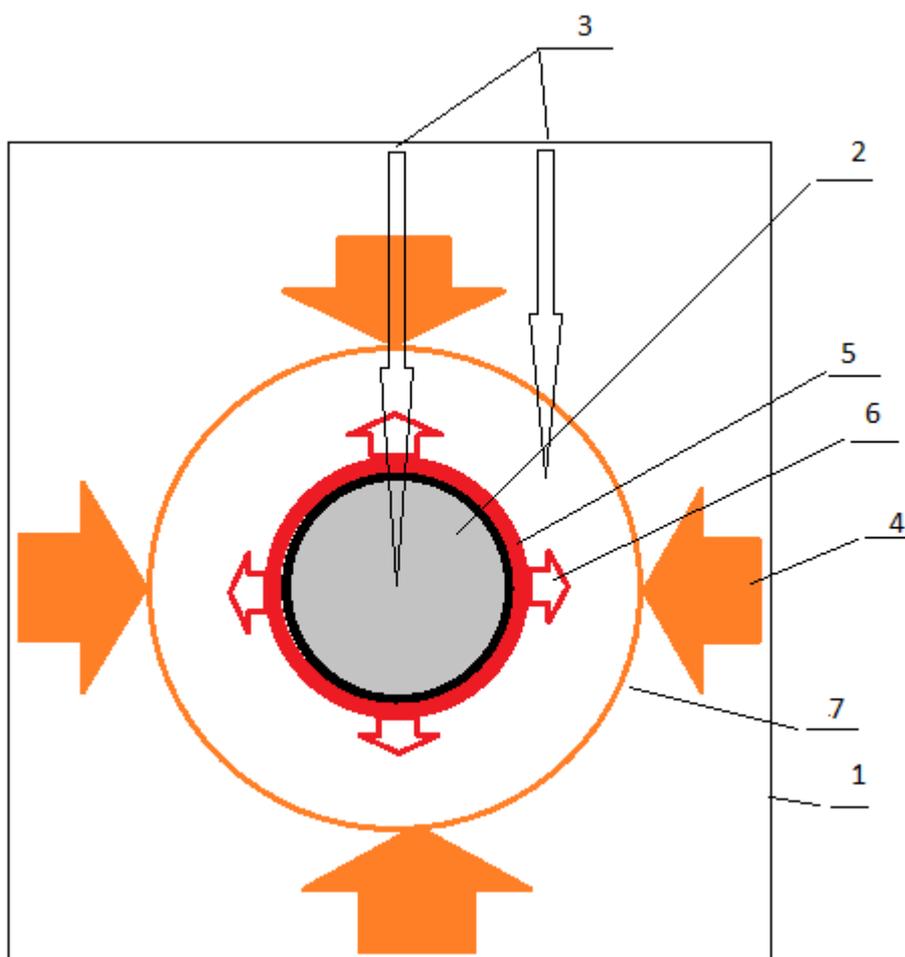


Рисунок 12 – Схема физических процессов протекающих в реакционном объеме

1 – объем нагревательной камеры, 2 – бюкса с образцом ЛГМ, 3 – измерительные приборы температуры, 4 – направление тепловых потоков нагрева, 5 – окислительные процессы (деструкция, тепло выделяемое при окислительных процессах), 6 – рассеивание тепла окислительных процессов, 7 – область возникновения теплового очага, в котором происходит возникновение тления.

Проведение опытов и результаты

При проведении экспериментов были собраны образцы лесной подстилки, мха из различных лесов. Предпочтение было отдано мхам, так как они являются первичной пожарной нагрузкой подверженной самовозгоранию.

Взвешивание образцов для всех опытов проводилось на весах марки CAUW 220 заводского номера D303500113. Точность измерения – 10^{-4} . Образцы ЛГМ помещаем в металлическую бюксу, объемом 50 см^3 , в виде сетчатого конуса с основанием 5 см.

Объем, в который помещается образец в прогретой бьюксе, термостатирован и представляет собой цилиндрическую форму. Температура в камере регистрируется ртутным термометром, температура внутри образца регистрируется термопарой. Внутренний диаметр объема составляет 100 мм ($d=100$ мм), высота – 104 мм ($h=104$ мм).

На начало проведения экспериментов влажность W составила 25 %, температура воздуха составила $T_{\text{возд}} = 21^{\circ}\text{C}$, давление воздуха $P_{\text{возд}} = 768$ мм. рт. ст. В ходе проведения экспериментов осуществлялось наблюдение за изменениями образца, его цветом, выделением газов и дыма, при этом фиксируется значение его температуры. Результаты экспериментов сведены в таблицы 6,7,8 представленные ниже. Время дано в секундах, температура – в $^{\circ}\text{C}$.

Исследование самовозгорания ягеля проводилось при температуре в нагревательной камере от 20 до 300 $^{\circ}\text{C}$.

Эксперимент проводился с ягелем при напряжении 200 В ($U=200$ В). $m = 2.875$ г. до проведения опыта; $m = 2.432$ г. после проведения опыта.

Таблица 6 – Исследования самовозгорания ягеля при температуре в камере 250 $^{\circ}\text{C}$ (напряжение на питании камеры 200В).

Время прогрева образца, сек.	Температура в камере, $^{\circ}\text{C}$	Температура на термопаре, $^{\circ}\text{C}$	Примечание
300	64 $^{\circ}\text{C}$	69 $^{\circ}\text{C}$	Внешний вид образец не поменял
480	134 $^{\circ}\text{C}$	117 $^{\circ}\text{C}$	Внешний вид образца не изменился,
660	158 $^{\circ}\text{C}$	150 $^{\circ}\text{C}$	Внешний вид изменился, цвет образца стал более темным, при этом ощущается легкий запах дыма
840	188 $^{\circ}\text{C}$	204 $^{\circ}\text{C}$	Происходит нагрев
1020	220 $^{\circ}\text{C}$	235 $^{\circ}\text{C}$	Происходит нагрев
1200	234 $^{\circ}\text{C}$	256 $^{\circ}\text{C}$	Появился запах образца
1380	246 $^{\circ}\text{C}$	273 $^{\circ}\text{C}$	Образец постепенно обугливается, при этом присутствует запах летучих соединений
1560	254 $^{\circ}\text{C}$	285 $^{\circ}\text{C}$	Возгорания не наблюдаем
1740	258 $^{\circ}\text{C}$	290 $^{\circ}\text{C}$	Возгорания не наблюдаем
1920	262 $^{\circ}\text{C}$	292 $^{\circ}\text{C}$	Возгорания не наблюдаем
2100	264 $^{\circ}\text{C}$	294 $^{\circ}\text{C}$	Больше изменений не происходит-цвет темно коричневый

Анализируя данные, представленные в таблице 6 видно, что в период до 660 с внешний образец не изменяется. Температура в реакционной камере и в

образце повышаются и приобретают равнозначные величины. В следующем временном диапазоне 660-1200 с наблюдается изменение цвета образца, что говорит о начале деструктивных процессов, это подтверждают и температурные показания: рост температуры внутри образца превышающий температуру в реакционной камере на 22 °С. Данный факт говорит о проходящих окислительных реакциях в газовой фазе, выделяемой из ЛГМ.

Дальнейшее повышение температуры (временной отрезок 1200 – 2100 с) образца показывает появление продуктов горения с запахом тления. Также стоит отметить изменения внешнего вида (обугливание) образца (рисунок 12).

Масса образца изменилась от $m = 2.875$ г. до $m = 2.432$ г. Потеря массы объясняется тем что, происходит беспламенное горение рисунок 11.

Анализируя рисунок 12, можно предположить, что тепло накапливается в образце, тем самым поддерживает и активизирует процесс деструкции, а окислительные реакции зарождают центр тления, приводящий к процессу пламенного горения.



Рисунок 13 – Образец ягеля после опыта

В ходе проведения эксперимента с образцами ягеля при напряжении 200 В температура образца в течении 0,5 часа повысилась до значения в 264°С.

Самовозгорание не наблюдалось. По истечению времени (35 минут) по цвету образца был сделан вывод, что ягель разложился до углерода, возгорание возможно при большей массе образца и времени нагрева.

На основе полученных данных был построен график зависимости времени зажигания образца ЛГМ.

Кривая, представленная на рисунке 14, описывается уравнением $y=10,425x$, где y – рост температуры в единицу времени x .

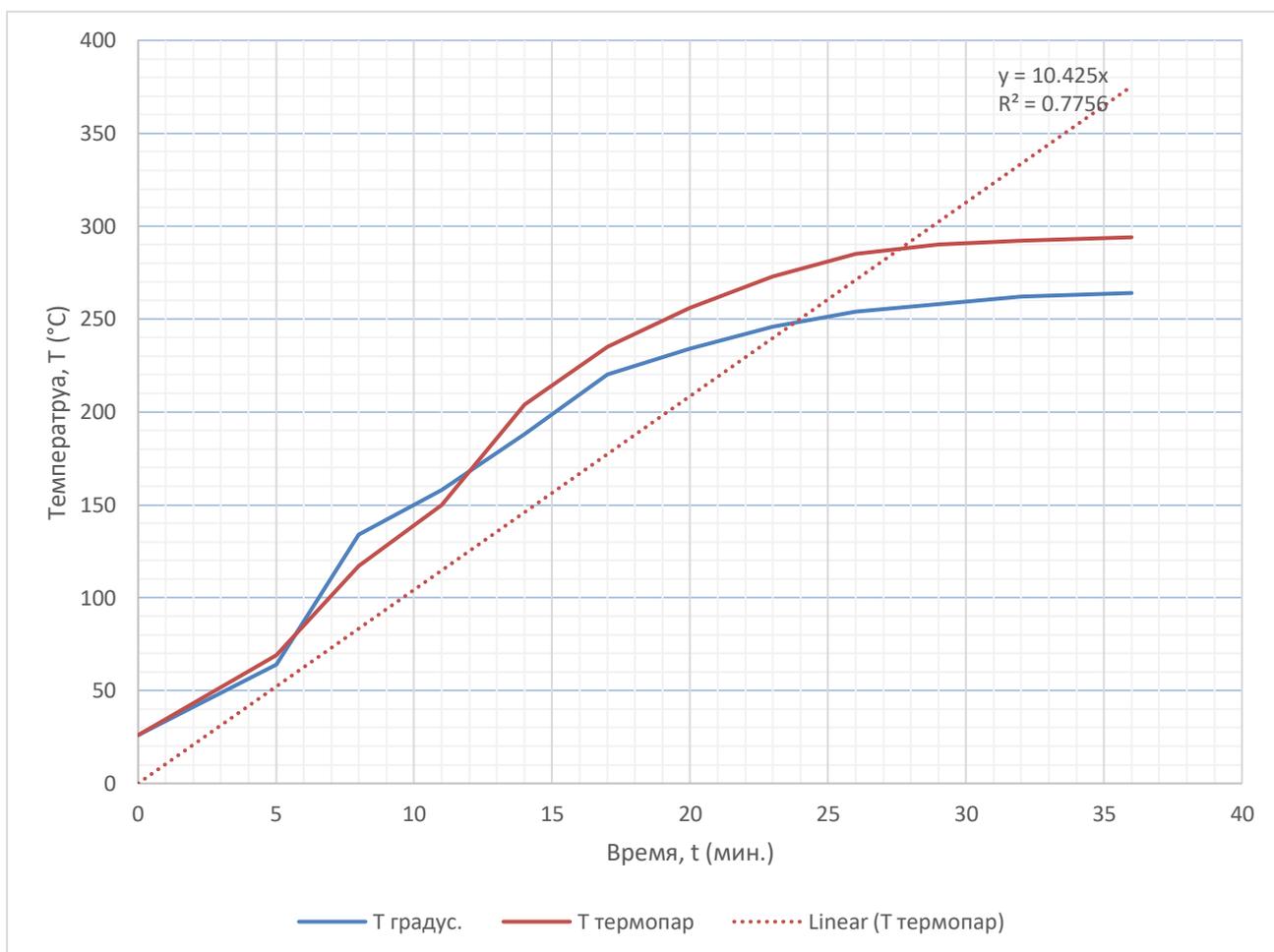


Рисунок 14 – Зависимость времени зажигания образца ЛГМ

В качестве образца брался ягель. Напряжение, подаваемое на нагрев лабораторной камеры, составлял 150 В ($U=150$ В). Масса образца $m = 18,850$ г. до проведения опыта, а после проведения опыта масса составила $m = 18,141$ г.

Таблица 7 – Исследования самовозгорания ягеля при температуре в камере 200 °С
(напряжение на питании камеры 150В).

Время прогрева образца, мин.	Температура в печи, °С	Температура на термопаре, °С	Примечание
5	63°С	44°С	Изменения не наблюдаем
10	112°С	69°С	Наблюдается подъем температуры
15	144°С	98°С	Появился легкий запах дыма
20	166°С	141°С	Наблюдается процесс деструкции
25	180°С	167°С	Идет тление
30	192°С	181°С	Наблюдается дым
35	192°С	189°С	-
40	198°С	198°С	-
45	202°С	202°С	-

Проведя анализ данных, представленных в таблице 7, видно то, что на диапазоне от 5 до 10 минут происходит процесс нагрева образца, появляется запах образца ягеля. Диапазон 15 – 45 минут говорит о том, что в образце проходят окислительные процессы.

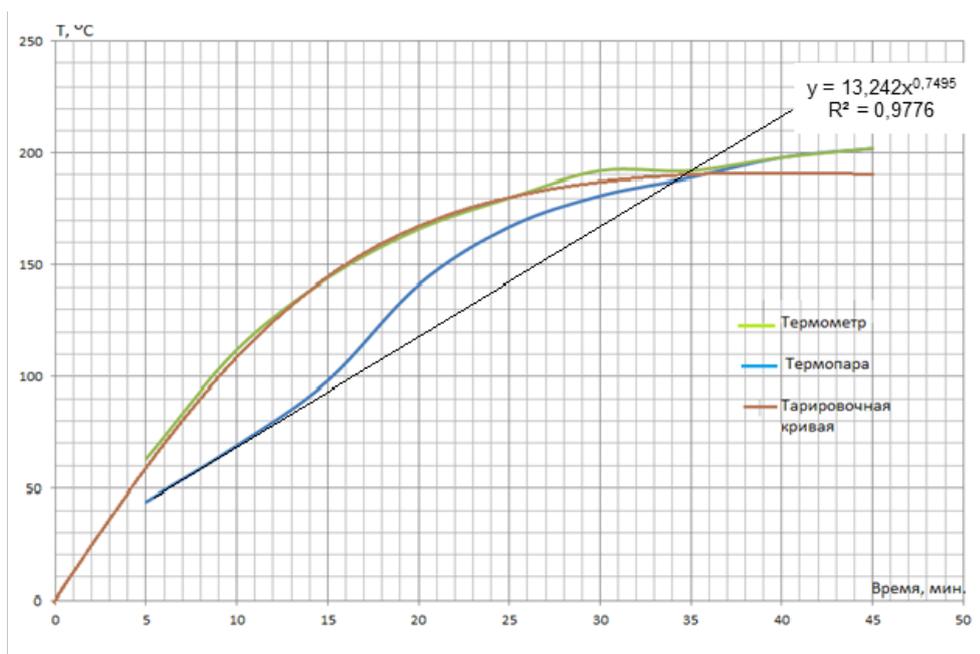


Рисунок 15 – Время зажигания образца ЛГМ

Из рисунка 15 видно, что с ростом температуры наблюдается прогрев реакционного объема согласно тарировочной кривой (зеленая кривая). Характер кривой температуры измеряемой термопарой говорит (на участке 50 – 100 °С) что происходит нагрев горючего материала и нагрев выделяемых продуктов деструкции. Которые с достижением температуры 100 °С начинают вносить в общий температурный баланс тепло от окислительных процессов. Данный вклад становится все существенней с ростом температуры и при достижении температуры 180 °С он уже начинает влиять на сумму тепла в тепловом балансе. На 35 минуте наблюдается небольшое падение температуры, которое скорее всего вызвано термическим разложением выделившихся паров на более простые компоненты. Эти компоненты и начали давать существенный прирост температуры в рассматриваемой системе.



Рисунок 16 – Вид ягеля после деструкции летучих компонентов

Эксперимент проводился с примесью ягеля и мха сфагнум при напряжении 200 В ($U=200$ В). $m = 20.0040$ г. до проведения опыта; $m = 16.7177$ г. после проведения опыта. m сфагнума= $17,8517$ г, m ягеля= $18,0450$, m

бюксы=15,621 г.

Таблица 8 – Исследования самовозгорания ягеля при температуре в камере 270 °С
(напряжение на питании камеры 200В).

Время прогрева образца, мин	Температура в печи, °С	Температура на термопаре, °С	Примечание
5	96°С	57°С	Изменений не наблюдаем
10	188°С	95°С	Появился небольшой запах мха
15	222°С	175°С	Наблюдается запах гари. Изменение цвета.
20	250°С	250°С	Происходит процесс деструкции. Запах женой травы. Наблюдаем небольшое выделение дыма.
25	266°С	298°С	Выделяется дым.

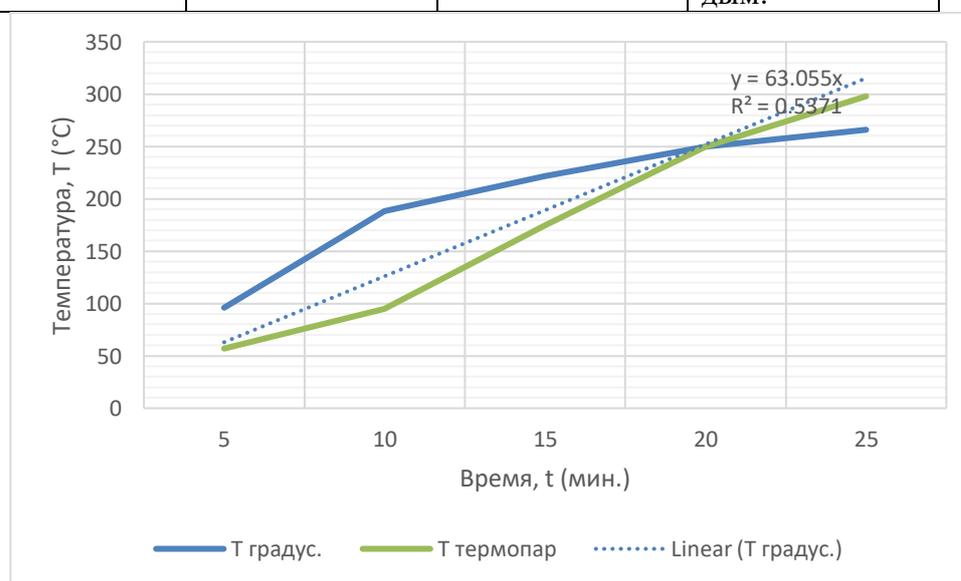


Рисунок 17 – Время зажигания образца ЛГМ

Проведя анализ полученных результатов, мы видим, что в камере при достижении образцом ЛГМ температуры 300 °С начинаются тепловые эффекты, температура которых, превышает температуру в камере, что говорит о начала

горения образца. При наличии теплового эффекта горения не фиксируется ни тление, ни пламенное горение образца. Можно предположить, что в данный момент наблюдаются окислительные процессы в выделяющихся из образца ЛГМ продуктах деструкции, которое можно квалифицировать как беспламенное горение. При достижении внутри образца ЛГМ температуры достаточной для самовоспламенения выделяемых продуктов пиролиза мы можем зафиксировать переход в режим тления, с последующим переходом в пламенное горение.

Заключение

В результате выполненной работы, были получены следующие результаты:

– Дан анализ классификациям и видам пожаров и их причин, позволившим предположить механизм зажигания ЛГМ.

– Проведенная классификация ЛГМ, позволила установить, что наиболее подверженным температурному воздействию, является ягель и другие мхи.

– Установлено что, в образцах при нагревании возникают термические эффекты, характеризующие наличие окислительных процессов при отсутствии тления и пламенного горения. Эти эффекты дают старт термодинамическим процессам в образце, которые развиваются до пламенного горения.

– Анализ риска как в РФ, так и других странах, положен в основу логистических мероприятия по обеспечению силами и средствами пожаротушения в случае ЧС.

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1. Предпроектный анализ

3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Магистерская диссертация по теме «Оценка территориальных рисков возникновения ЧС в лесном массиве» реализуется в рамках НИР для Главного управления МЧС России по Томской области.

Исследование данного вопроса, и также информация и данные, полученные в результате работы и предложения мероприятия по снижению ЧС, интересны сотрудникам ГУ МЧС России по Томской области.

Подобные исследования проводились зарубежными коллегами, но в России данное исследование по оценке рисков ЧС в лесном массиве не проводилось. Из этого можно сделать вывод что данная магистерская диссертация сможет снизить и предотвратить чрезвычайные ситуации на определенной территории.

3.1.2. Анализ конкурентных технических решений

С помощью анализа конкурентных технических решений можно выявить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Проведем данный анализ с помощью оценочной карты, которая представлена в таблице 1.

К₁ – традиционная методика расчета рисков вручную

К₂ – предложенная методология, описанная в диссертации

К₃ – традиционная методика расчета рисков с помощью MS Excel

Таблица 9 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений (разработок)

№	Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
			Б _{к1}	Б _{к2}	Б _{к3}	К _{к1}	К _{к2}	К _{к3}
	1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности								
1	Удобство в эксплуатации	0,07	2	4	3	0,14	0,28	0,21
2	Надежность	0,15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
3	Безопасность	0,11	5	5	4	0,55	0,55	0,44
4	Функционал	0,05	3	4	4	0,15	0,20	0,2
5	Наглядность	0,08	3	4	4	0,24	0,32	0,32
Экономические критерии оценки эффективности								
1	Конкурентоспособность продукта	0,1	3	5	4	0,3	0,5	0,4
2	Уровень проникновения на рынок	0,08	3	2	3	0,24	0,16	0,24
3	Цена	0,1	3	4	2	0,3	0,4	0,2
4	Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	4	2	4	0,36	0,45	0,36
5	Финансирование разработки	0,1	2	4	3	0,2	0,4	0,3
Итого		1,00	32	38	35	3,08	3,86	3,27

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_j, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Сумма критериев K_{к1}=3,08, K_{к2}=3,86, K_{к3}=3,27, что показывает данная оценка риска, описанная в диссертации, наиболее конкурента. Конкурентное преимущество разработки, представленной в диссертации – это надежность, наглядность, низкая цена.

3.1.3. SWOT – анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Матрица составляется на основе анализа рынка и конкурентных технических решений, и показывает сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы для разработки.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Матрица SWOT представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Более низкая стоимость по сравнению с другими технологиями.	СЛ1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров для работы с методикой.
	С2. Использование современного оборудования.	СЛ2. Время, затрачиваемое на расчет и построение графиков.
	С3. Наличие опытного руководителя.	СЛ3. Отсутствие необходимого оборудования и ПО.
	С4. Представление полученной информации наглядно (методика, графики, формулы, таблицы)	СЛ4. Ограниченная область применения.
	С5. Актуальность работы.	СЛ5. Медленный процесс вывода методики на новый рынок.

<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение уровня локализации лесных пожаров.</p> <p>В2. Возможность создания партнерских отношений с рядом ведущих вузов.</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> <p>В4. Возможность создания эффективного метода ликвидации лесного пожара</p>	<p>– В результате низкой стоимости методика могут позволить себе многие организации.</p> <p>– В результате использования современных технологий повысится скорость локализации экологической очистки.</p> <p>– При грамотном подходе руководителей улучшится реагирование служб, а следовательно, и сам исход аварии.</p> <p>– При вышеперечисленных возможностях мы добьемся наглядного исхода аварии и более быстрой ее локализации</p> <p>- При повышении актуальности программы, конкуренты будут вынуждены повысить стоимость своих разработок во избежание разорения</p>	<p>– В дальнейшем снижение цены на математическую программу, рассчитывающую безопасные расстояния;</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление новых технологий.</p> <p>У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований и сертификации методики.</p> <p>У4. Неумение персонала пользоваться продуктом.</p>	<p>- За счет появления новых технологий цена на программу уменьшится;</p> <p>- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.</p>	<p>– Проведение обучения сотрудников организаций по работе с методикой</p> <p>– Сократить время подсчета</p> <p>– Сделать методику воспроизводимой на всех доступных устройствах</p> <p>– Расширить область применения методики</p> <p>– Провести сертификацию методики</p>

Описание сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта, его возможностей и угроз происходит на основе результатов анализа, проведенного в предыдущих и последующих разделах. Вторым этапом проводится выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта. Интерактивные матрицы проекта представлены в таблицах 11,12,13,14.

Таблица 11 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	0	-	+
	B2	+	-	-	+	0
	B3	-	+	+	+	+
	B4	-	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C5, B2C1C4, B3C3C4C5, B4C2C3C4C5.

Таблица 12 –Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	0
	B2	-	-	-	-	0
	B3	0	-	-	0	-
	B4	0	-	-	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1C1C2C4.

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	+	+	0	-
	У2	-	+	+	-	0
	У3	0	+	+	0	-
	У4	-	+	+	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У1C1C3, У2C2C3, У3C2C3, У4C2C3.

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	-	+	-	0
	У2	+	+	0	+	0
	У3	+	+	+	+	0
	У4	-	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1С1С3, У2С1С2С4, У3С1С2С3С4, У4С5.

3.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Важно перед реализацией научной разработки необходимо оценивать степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (либо завершения).

Для данной процедуры необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Перечень приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Бланк оценки степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	4

6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	3
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	3
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	3
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	55	51

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (2)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Из полученных значений, приведенных в бланке, можно сделать вывод, что перспективность выше среднего.

3.2. Инициация проекта

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта.

3.2.1. Цели и результат проекта

Перед определением целей необходимо перечислить заинтересованные стороны проекта. Информация по заинтересованным сторонам представлена в таблице 16:

Таблица 16 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидание заинтересованных сторон
ВУЗЫ	Проведение исследования в области пожарной безопасности в лесном массиве
ГУ МЧС РОССИИ	Методика расчета рисков возникновения пожара в лесном массиве. Использование результатов исследования с целью профилактических мероприятий по снижению ЧС. Возможность проведения оценки, анализа прогноза пожара в лесу
Организации, осуществляющие контроль за моделированием ЧС	Создание модели лесного пожара

Цели и результаты проекта в таблице 17:

Таблица 17 – Цели проекта

Цели проекта:	<ul style="list-style-type: none">• Создание методологии, по которой можно будет провести оценку риска ЧС в лесном массиве.• Получение модели пожара
Ожидаемые результаты проекта:	<ul style="list-style-type: none">• Удобство методики в использовании• Наглядность расчетов
Критерии приемки результата проекта:	<ul style="list-style-type: none">• Выполнение проекта в срок.• Эффективность расчетов• Удобство методики в использовании.

3.2.2. Ограничения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованы в рамках данного проекта. Факторы, ограничения и допущения представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения
Бюджет проекта	Отсутствует
Источник финансирования	НИ ТПУ
Сроки проекта	01.01.2020 – 31.05.2021
Фактическая дата утверждения плана управления проектом	12.12.2020
Плановая дата завершения проекта	31.05.2021

3.3. Планирование управления научно-техническим проектом

3.3.1. Иерархическая структура работ проекта

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. На рисунке №18 представлен шаблон иерархической структуры.



Рисунок 18 – Иерархическая структура по ВКР

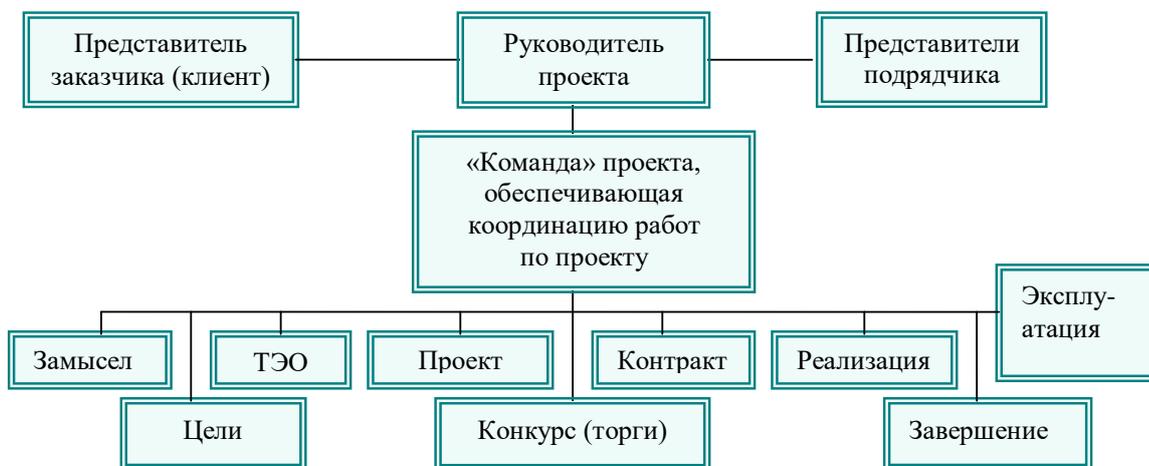


Рисунок 19 – Проектная структура проекта

В данном проекте будет использована проектная структура проекта, так как она подходит больше, потому что технология является новой и не исследуемой ранее, сложность проекта высока. Пример проектной структуры изображен на рисунке 19

3.3.2. План проекта

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде табл. 11. с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 19 – Календарный план НИИ

Код работы (из ИСР)	Вид работ	Исполнители	Т _к , ч.	Продолжительность выполнения работ																	
				Янв.			Февр.			Март			Апр.			Май.			Июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Составление и утверждение технического задания	Р, С	5	■																	
2	Подбор и изучение материалов по теме	Р	10	▨																	
3	Проведение патентных исследований	С	10		■																
4	Выбор направления исследований	Р	10		▨																
5	Календарное планирование работ по теме	С	40			■															
6	Написание теоретической части ВКР	С	20				■														
7	Подготовка образцов для экспериментов	С	20				■														
8	Проведение экспериментов	С	20					■													
9	Обработка полученных данных	С	40					▨													
10	Оценка эффективности полученных результатов	С	80						■												
11	Определение целесообразности проведения ОКР	С	40							■											
12	Оформление материала	С	20								■										
13	Подведение итогов	С	20									■									
14	Предзащита	С	50										■								
15	Проверка работы	Р	20														▨				

▨ – Руководитель(Р) ■ – Студент (С)

3.3.3. Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям.

Специальное оборудование для научных исследований (экспериментальных работ)

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Для разработки методики требуется оборудование в виде персонального компьютера и установка по определению температуры ЛГМ, автотрансформатор. Установка температуры ЛГМ, автотрансформатор находится в НИ ТПУ, поэтому затраты на его приобретение не требуют затрат.

Таблица 20 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1.	Персональный компьютер	1	30000	31500
2	Установка по определению температуры ЛГМ	1	300000	314000
Итоговый бюджет (тыс. руб):				345500

Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В

состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Расчет основной заработной платы сводится в табл. 21.

Таблица 21 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.
1		Руководитель		-	31000
2		Магистр		-	6000
Итого:					19650
Итого:					19650

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}$$

где $T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн. (таблица 14);

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Значит, для руководителя:

$$Z_{осн} = 31000 \cdot 1,3 = 40300 \text{ рублей}$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = (Z_m \cdot M) / F_d$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб (в качестве месячного оклада магистра выступает стипендия, которая составляет 2650 руб);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 45 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6 - дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала (в рабочих днях) (табл.22). Тогда,

Для руководителя:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{40300 * 10,4}{254} = 1650 \text{ рублей}$$

Для дипломника:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{6000 * 10,4}{217} = 287 \text{ рублей}$$

Баланс рабочего времени представлен в таблице 14.

Таблица 22 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистр
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	82
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	45	52
- невыходы по болезни	–	–
Действительный годовой фонд рабочего времени	254	217

Таблица 23 – Результаты расчета основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{б}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	31000	1.3	40300	904,8	48	40300
Магистр	5000	1.3	6500	127	76	6500
Итого по статье $Z_{\text{осн}}$:						46800

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата включает оплату за непроработанное время (очередной и учебный отпуск, выполнение государственных обязанностей, выплата вознаграждений за выслугу лет и т.п.) и рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} \quad (4.9)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты ($k_{\text{доп}} = 0,1$);

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Для руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = 40300 * 0,1 = 4030 \text{ рублей}$$

В таблице 24 приведен расчёт основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 24 – Заработная плата исполнителей ВКР, руб

Заработная плата	Руководитель	Магистр
Основная зарплата	40300	6500
Дополнительная зарплата	4030	–
Зарплата исполнителя	44330	6500
Итого	50830	

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (44330 + 6500) = 15249 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Накладные расходы

В эту статью относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{накл}} = 0,3 \cdot (44330 + 6500) = 15249 \text{ руб.}$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Расчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 25 – Бюджет затрат НТИ

№	Затраты по статьям						
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Накладные расходы	Отчисления на социальные нужды	Итого бюджет
1	-	345500	46800	4030	15249	15249	426828

В результате было получено, что бюджет затрат НТИ составит 426828 руб. При этом затраты у конкурентов составляют 500 000 рублей, из чего можно сделать вывод что полученный продукт будет экономичней, чем у конкурентов.

3.3.4. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информацию по данному разделу необходимо свести в таблицу (таблица 26).

Таблица 26 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Потеря актуальности		3	5	средний	Внедрение новой методики определения	Изменение рынка, появление нового оборудования.

						температуры ЛГМ	
2	Неточность оборудования		4	5	высокий	Модификация оборудования	С течением времени оборудование теряет свою точность

3.4. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

3.4.1. Оценка абсолютной эффективности исследования

Динамические методы оценки инвестиций базируются на применении показателей:

- чистая текущая стоимость (**NPV**);
- срок окупаемости (**DPР**);
- внутренняя ставка доходности (**IRR**);
- индекс доходности (**PI**).

Все перечисленные показатели основываются на сопоставлении чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности, и их приведении к определенному моменту времени. Теоретически чистые денежные поступления можно приводить к любому моменту времени (к будущему либо текущему периоду). Но для практических целей оценку инвестиции удобнее осуществлять на момент принятия решений об инвестировании средств.

Чистая текущая стоимость (NPV)

Данный метод основан на сопоставлении дисконтированных чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности.

Если инвестиции носят разовый характер, то **NPV** определяется по формуле

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0,$$

где $ЧДП_{опt}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t=0, 1, 2, \dots, n$);

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Чистая текущая стоимость является абсолютным показателем. Условием экономичности инвестиционного проекта по данному показателю является выполнение следующего неравенства: $NPV > 0$.

Чем больше NPV , тем больше влияние инвестиционного проекта на экономический потенциал предприятия, реализующего данный проект, и на экономическую ценность этого предприятия.

Таким образом, инвестиционный проект считается выгодным, если NPV является положительной.

Таблица 27 - Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Выручка от реализации, тыс.руб.	0	350,000	350,000	350,000	350,000
2.	Итого приток, тыс.руб.	0	350,000	350,000	350,000	350,000
3.	Инвестиционные издержки, тыс.руб.	-426,828	0	0	0	0
4.	Операционные затраты, тыс. руб. С+Ам+ФОТ	0	77,000	77,000	77,000	77,000
5.	Налогооблагаемая прибыль		273,000	273,000	273,000	273,000
6.	Налоги, тыс. руб Выр-опер=донал.приб*20%	0	54,600	54,600	54,600	54,600
7.	Итого отток, тыс.руб. Опер.затр.+налоги	-426,828	131,600	131,600	131,600	131,600
8.	Чистый денежный поток, тыс. руб. ЧДП=Пчист+Ам Пчист=Пдонал.-налог	-426,828	218,400	218,400	218,400	218,400

9.	Коэффициент дисконтирования (приведенная при $i=20\%$)	1,0	0,833	0,694	0,578	0,482
10.	Дисконтированный чистый денежный поток, тыс.руб. (с8*с9)	-426,828	181,927	151,570	126,325	105,269
11.	То же нарастающим итогом, тыс.руб. (NPV 915889 тыс.руб.)	-426,828	-244,900	-93,331	32,904	138,173

Таким образом, показатель NPV проекта больше 0 и составляет 138,173, а следовательно, проект выгоден. NPV проекта, стоит рассматривать его в совокупности с другими показателями, такими как, дисконтированный срок окупаемости, внутренней ставкой доходности IRR и индекс доходности инвестиций.

Дисконтированный срок окупаемости

Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости.

Рассчитывается данный показатель примерно по той же методике, что и простой срок окупаемости, с той лишь разницей, что последний не учитывает фактор времени.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (см. табл. 28).

Таблица 28 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$)	-426,828	181,927	151,570	126,325	105,269
2.	То же нарастающим итогом	-426,828	-244,900	-93,331	32,904	138,173
3.	Дисконтированный срок окупаемости	$DRR_{дск} = 1 + 93,331 / 126,325 = 1,73$ года				

Дисконтированный срок окупаемости позволяет провести оценку временного промежутка, за который прибыль с проекта окупит инвестируемые деньги.

Внутренняя ставка доходности (IRR)

Для установления показателя чистой текущей стоимости (NPV) необходимо располагать информацией о ставке дисконтирования, определение которой является проблемой, поскольку зависит от оценки экспертов. Поэтому, чтобы уменьшить субъективизм в оценке эффективности инвестиций на практике широкое распространение получил метод, основанный на расчете внутренней ставки доходности (IRR).

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость следует из таблицы 4.24 и графика, представленного на рисунке 20.

Таблица 29 - Зависимость NPV от ставки дисконтирования

No	Наименование показателя	0	1	2	3	4	
1	Чистые денежные потоки	-426,828	350,000	350,000	350,000	350,000	
2	коэффициент дисконтирования						
	$i=0,1$	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	$i=0,2$	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	$i=0,3$	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	$i=0,4$	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	$i=0,5$	1	0,667	0,444	0,296	0,198	
	$i=0,6$	1	0,625	0,39	0,244	0,152	

	i=0,7	1	0,588	0,346	0,203	0,12	
	i=0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	i=0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	i=1	1	0,5	0,25	0,125	0,0625	
3	Дисконтированный денежный поток, тыс. руб						
	i=0,1	-426,828	318150	289100	262850	239050	1109150
	i=0,2	-426,828	291550	242900	202300	168700	905450
	i=0,3	-426,828	269150	207200	159250	122500	758100
	i=0,4	-426,828	249900	178500	127400	91000	646800
	i=0,5	-426,828	233450	155400	103600	69300	561750
	i=0,6	-426,828	218750	136500	85400	53200	493850
	i=0,7	-426,828	205800	121100	71050	42000	439950
	i=0,8	-426,828	194600	108150	59850	33250	395850
	i=0,9	-426,828	184100	96950	51100	26950	359100
	i=1	-426,828	175000	87500	43750	21875	328125

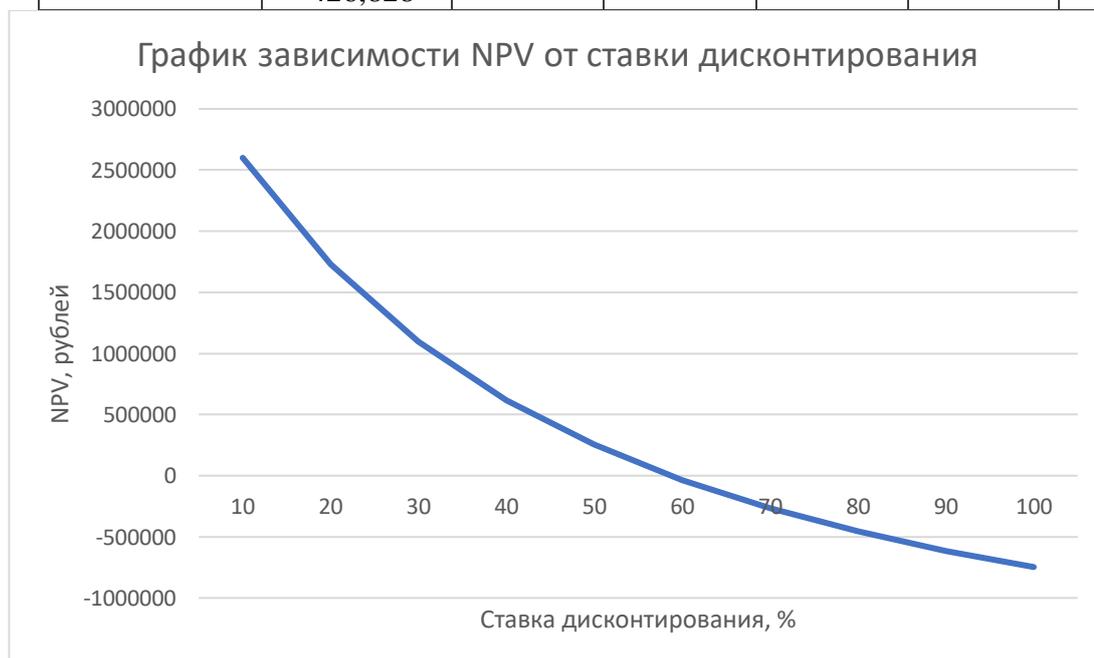


Рисунок 20 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования.

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки»

доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,6.

Полученный IRR превышает значение $i=20\%$, что говорит о том, что проект выгоден, и доходы превысят величину инвестиционных расходов.

Индекс доходности (рентабельности) инвестиций (PI)

Индекс доходности показывает, сколько приходится дисконтированных денежных поступлений на рубль инвестиций.

181,927	151,570	126,325	105,269
---------	---------	---------	---------

Расчет этого показателя осуществляется по формуле

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧПД_t}{(1+i)^t} / I_0,$$

где I_0 – первоначальные инвестиции.

$$PI = \frac{181,927 + 151,570 + 126,325 + 105,269}{426,828} = 1,32$$

$PI=1,32>1$, следовательно, проект эффективен при $i=0,2$;

$NPV=426,828$ тыс. руб.

$PI > 1$. Проект заслуживает внимания, инвестиция целесообразна.

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты.

Таблица 30 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Использование устаревших методик	Увеличение скорости локализации экологической очистки
Высокая стоимость аналогичных решений на рынке	Увеличение доступности методики для предприятий в следствии ее низкой стоимости

3.4.2. Оценка сравнительной эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.13)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (5.14)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (табл. 31).

Таблица 31 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	5	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	5	5
3. Помехоустойчивость	0,15	5	5	4
4. Энергосбережение	0,20	4	5	4
5. Надежность	0,25	5	4	4
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,15	5	4	5
ИТОГО	1	29	28	27

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_i^p}{\Phi_{\max}} = \frac{5}{29} = 0.17$$

$$I_{\Phi}^a = \frac{\Phi_i^a}{\Phi_{\max}} = \frac{5}{28} = 0.18$$

$$I_T^p = 5 * 0,1 + 5 * 0,15 + 5 * 0,15 + 4 * 0,2 + 5 * 0,25 + 5 * 0,15 = 4,8$$

$$I_{T1}^a = 5 * 0,1 + 5 * 0,15 + 5 * 0,15 + 5 * 0,2 + 4 * 0,25 + 4 * 0,15 = 4,6$$

$$I_{T2}^a = 5 * 0,1 + 5 * 0,15 + 4 * 0,15 + 4 * 0,2 + 4 * 0,25 + 5 * 0,05 = 4,4$$

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_T^p}{I_{\phi}^p} = \frac{4,8}{0.17} = 28$$

$$I_{\text{финр}}^a = \frac{I_T^a}{I_{\phi}^a} = \frac{4,6}{0.18} = 25,6$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\phi}^p}{I_{\phi}^a} = \frac{0.17}{0.18} = 0.94$$

Таблица 33 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.18	0.17
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4.6	4.8
3	Интегральный показатель эффективности	25.6	28
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0.94	1,06

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет судить о приемлемости существующего варианта решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Заключение

В данном разделе ВКР был проведен предпроектный анализ, были определены потребители результатов исследования в нашем случае это является ГУ МЧС России по Томской области. Далее с помощью анализа конкурентных технических решений, конкурентное преимущество нашей разработки, представленной ВКР – это надежность, наглядность, низкая цена.

Провели SWOT-анализ, выявили сильные и слабые стороны данного проекта. Также проведена оценка готовности проекта к коммерциализации – 55 балл (степень проработанности научного проекта), 51 балл – уровень имеющихся знаний у разработчика. Из полученных значений, можно сделать вывод что перспективность проекта выше среднего.

Были определены цели и результаты, ограничения проекта. Составлен план проекта в виде диаграммы Ганта.

Рассчитали бюджет НТИ: специальное оборудование – 345500 тыс. руб., основная заработная плата – 46800 тыс. руб., дополнительная заработная плата – 4030 тыс. руб., накладные расходы – 15429 тыс. руб., отчисления на социальные нужды – 15249 тыс. руб. Итоговый бюджет на НТИ составил 426828 тыс. руб.

Определили экономическую эффективность, которая составила 138,173 тыс. руб.

Провели оценку значений интегральных показателей эффективности позволяет судить о приемлемости существующего варианта решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

На основании полученных результатов данного раздела делаем вывод о том, что разработанная методология определения возникновения лесного пожара экономически целесообразна и успешна.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

На сегодняшний день пожары в лесном массиве являются одной из главных проблем для человечества и всей окружающей среды. Они несут огромный материальный и экологический ущерб для населения, проживающего вблизи лесных массивов. Именно поэтому необходимо вести контроль и наблюдение за данным стихийным бедствием. В данной работе разработали методологию определения величин рисков возникновения очагов возгорания в лесном массиве.

Объектом исследования является лесная растительность (листва и кора хвойных деревьев, мох). Работа проводилась в лаборатории 008 8 корпуса ТПУ. Также в ходе работы использовалась установка для определения температуры тления и персональный компьютер для проведения расчетов. Раздел включает в себя СУОТ на рабочем месте, анализ вредных и опасных факторов труда, разработку мер защиты от них.

4.1. Производственная безопасность

4.1.1. Отклонение показателей микроклимата

Работа лаборанта относится к категории работ I_a (интенсивность энергозатрат до 120 ккал/час (139Вт), это работы сидя с незначительным физическим напряжением). Оптимальные и допустимые показатели микроклимата, соответствующие данной категории работ [23], можно выделить в таблице 31 – 32.

Для создания и автоматического поддержания в аудитории 008, 8 корпуса ТПУ независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную

установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Таблица 31 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория тяжести работ, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	60-40	0,1
Теплый		23-25	60-40	0,1

Таблица 32 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория тяжести работ, Вт	Скорость движения воздуха, м/с		Относительная влажность воздуха, %
		для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более	
Холодный	Ia (до 139)	0,1	0,2	15-75
Теплый		0,1	0,3	15-75

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата на организм человека в случаях возможного выхода фактических параметров за границы допустимых, необходимо применять меры защиты – системы местного кондиционирования воздуха, обогреватели, использование СИЗ - спецодежды, спецобуви, головных уборов, средств защиты рук, а также введение регламента работы. В производственных помещениях, где невозможно приведение фактических параметров к допустимым, рабочие места следует рассматривать как вредные. Для вентилирования помещений обычно используют приточно-вытяжные установки. В качестве нагревательных приборов применяют радиаторы, конвекторы, отопительные панели, ребристые трубы. Для повышения влажности воздуха в помещении следует применять увлажнители воздуха.

Согласно [24] микроклимат в аудитории 008, 8 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

4.1.2. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Основными источниками шума могут быть как сами компьютеры, так и другие источники. Например, кондиционер, принтер, светильники, а так же шум, проникающий через открытые окна и двери. В результате неблагоприятного воздействия шума на работающего человека происходит снижение производительности труда, увеличивается брак при работе с программным обеспечением, создаются предпосылки к возникновению несчастных случаев. Различные виды шумов нормируются разными величинами. Для постоянного шума нормируются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц, для прерывистого и импульсного, а также для непостоянного шума – эквивалентные уровни звукового давления для тех же октавных полос. Нормативными документами являются ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности» [25].

Мероприятиями по шумоглушению могут быть звукоизолирующие отделки, шумоглушители для вентиляций, отопления, кондиционирования воздуха, а также применение шумозащитных экранов, которые создают препятствие на пути волн звука, не давая им распространяться. Материалы, из которых делают шумозащитные экраны: акрил, разные виды композитных материалов, монолитный поликарбонат. Если шум от компьютера, то нужно провести своевременную чистку системного блока от пыли и стараться не перегружать компьютер. При возникновении недопустимого уровня шума необходимо выполнить меры либо по ограничению распространения шума, либо по ограничению воздействия его на людей. Согласно ПДУ для шума составляет 82 дБ.

Мероприятия по шумопоглощению можно еще разделить на несколько групп. К первой группе мероприятий относятся различные короба, щиты, кожухи, установленные на оборудовании, изменение технологии или конструкции. Необходимо своевременно проверять и смазывать механизмы. Ко второй группе относятся, в первую очередь, коллективные средства защиты – устройство звукоизоляции, защита расстоянием, архитектурно-планировочные изменения. Если иными средствами уменьшить воздействие шума не удастся, необходимо использовать индивидуальные средства защиты – наушники, беруши, шлемы.

4.1.3. Повышенный уровень электромагнитных излучений

Источники электромагнитного излучения, с которыми мы взаимодействуем длительное время, являются самыми опасными. Проблема электромагнитного излучения ПК, то есть воздействие компьютера на организм человека, встает достаточно остро ввиду нескольких причин:

Компьютер имеет сразу два источника электромагнитного излучения (монитор и системный блок);

Пользователь ПК чаще всего лишен возможности работать на безопасном расстоянии;

Длительное время влияния компьютера (для современных пользователей может составлять более 12 часов, при официальных нормах, запрещающих работать на компьютере более 3 часов в день);

При работе с ПК через каждый час следует делать перерыв на 10-15 минут. Электромагнитное поле, создаваемое персональным компьютером, имеет сложный спектральный состав в диапазоне частот от 0 Гц до 1000 МГц, и в том числе мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана при любых положениях ПК не должна превышать 100 мкР/ч [26].

Таблица 33 – Предельно допустимые уровни облучения

Напряженность	Время контакта
10 мкРВт/см ²	8 часов
10-100 мкРВт/см ²	Не более 2-х часов
100-1000 мкРВт/см ²	Не более 20 минут

В зависимости от условий облучения, характера и места нахождения источников ЭМИ могут быть применены различные средства и методы защиты, такие как:

СКЗ

1. защита временем;
2. защита расстоянием;
3. экранирование источника излучения;
4. снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
5. экранирование рабочих мест;

СИЗ

Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

4.1.4. Поражение электрическим током

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в аудитории 008, 8 корпуса ТПУ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [27].

В лаборатории применяются данные меры защиты от поражения эл. током:

- Изоляция токоведущих частей;
- Применение защитных ограждений;

Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия:

- 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением;
- 2) проведение инструктажей и допуск к работе;
- 3) надзор во время работы.

Уровень напряжения для питания ЭВМ в данной аудитории 220 В, для серверного оборудования 380 В. По опасности поражения электрическим током помещение 008, 8 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%).

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

- 1) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
- 2) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;
- 3) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
- 4) поражение шаговым напряжением и др.

Средствами коллективной защиты являются, согласно ПУЭ:

- защитное заземление [28].
- автоматическое отключение питания
- устройства защитного отключения,
- изолирующие электрозащитные средства,
- знаки и плакаты безопасности.

СИЗ:

- Использование диэлектрических перчаток;
- Использование изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, калоши, боты, подставки и коврики.

Наличие таких средств защиты предусмотрено в рабочей зоне. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности. Не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ [29].

4.2. Освещенность

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет выполнение работы, вызывает утомление, увеличивает риск производственного травматизма. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме, ослаблением его реактивности, способствует развитию близорукости. К таким же последствиям приводит работа при ограниченном спектральном составе света и монотонном режиме освещения. Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, а при чрезмерной яркости может вызвать фотоожоги глаз и кожи, катаракты и другие нарушения зрения.

Освещенность при работе с персональным компьютером должна быть 300-500 Лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1-5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1. Коэффициент пульсации не должен превышать 5% . Для исключения бликов отражений в экране светильников общего освещения рабочий стол с компьютером следует размещать между рядами светильников. При этом светильники должны быть расположены параллельно горизонтальной линии взгляда работающего. При рядном размещении рабочих столов не допускается расположение экранов дисплеев навстречу друг другу из-за их взаимного отражения, в противном случае между столами следует устанавливать перегородки. Нормирование параметров освещенности в необходимо

осуществлять при помощи двух документов - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий», который определяет наименьшую освещенность рабочих поверхностей в зависимости от вида производимой деятельности и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [30], который нормирует параметры при работе за компьютером.

4.2.1. Расчет искусственного освещения

С точки зрения экологичности, безопасности и эргономичности, следует использовать люминесцентные лампы для организации общего освещения, а для местного – светодиодные или люминесцентные. Произведем расчет освещения для аудитории 008 8 корпуса ТПУ. Размеры помещения: А (длина) – 6500 мм, В (ширина) – 6000 мм, h (высота) – 4000 мм. Высота рабочей поверхности над полом $h_r = 800$ мм. Расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 500$ мм. Расположение светильников отражено на рисунке 21.

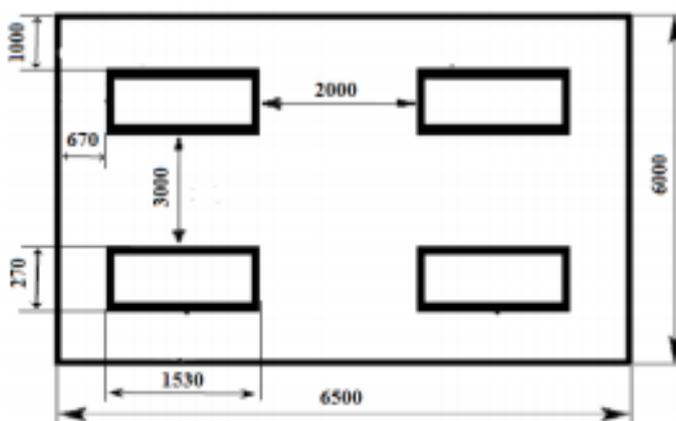


Рисунок 21 – Расположение светильников в помещении

Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3 = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$. Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОД-2-80. Этот светильник имеет две лампы мощностью 80 Вт каждая, длина светильника равна 1530 мм, ширина – 270 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой равная 1,4.

Расчет светового потока лампы определяется по формуле:

$$\Phi = E_H \times S \times K_z \times Z / N \times \eta$$

Φ – световой поток, Лм

E_H – нормированная минимальная освещенность, Лк;

S – площадь помещения, м²

K_z - коэффициент запаса;

Z – коэффициент неравномерности (для люминесцентных ламп = 1,1);

N – число ламп в помещении

η – коэффициент использования светового потока.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 4 - 0,8 - 0,5 = 2,7 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 2,7 = 3,8 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = B/L = 6/3,8 \approx 2 \text{ шт.}$$

Число светильников в ряду:

$$Na = A/L = 6,5/3,8 \approx 2 \text{ шт.}$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 2 \cdot 2 \approx 4 \text{ шт.}$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$6500 = 2 \cdot 1530 + L1 + 2/3 L1$$

$$L1 = 2.02$$

$$l1 = L1/3 = 2,02/3 \approx 0,67 \text{ м}$$

$$6000 = 2 \cdot 270 + L2 + 2/3 L2$$

$$L2=3$$

$$l2 = L2/3 = 3/3 \approx 1 \text{ м}$$

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A * B}{h * (A + B)} = \frac{6.5 * 6}{2.7 * (6.5 + 6)} = 1.8$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{п}} = 70\%$, $\rho_{\text{с}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,08$ равен $\eta = 0,5$. Количество ламп в 4 светильниках – 8.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E * A * B * Kз * Z}{N * \eta} = \frac{300 * 6.5 * 6 * 1.5 * 1.1}{8 * 0.5} = 4826.25 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} * 100\% \leq 20\%$$

$$\frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} * 100\% = \frac{5200 - 4826,25}{5200} * 100\% = 7,1\%$$

Таким образом: $-10\% \leq 7,1\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

4.3. Пожарная опасность

Изучая НПБ 105-03 по взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, а здания на категории А, Б, В, Г и Д.

Аудитория 008 8 корпуса ТПУ относится к категории В-Горючие материалы в холодном состоянии (столы, стулья, шкафы, бумага). По степени

огнестойкости данное помещение сделано из кирпича, относится к 1-й степени огнестойкости.

При проведении исследований наиболее вероятной является возникновение пожара в помещении 008, 8 корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.

Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.

Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

– обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);

– пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;

– обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования)

[31].

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода [28].

«Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптикоэлектронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Аудитория 008, 8 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

В корпусе 8 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствие с планом эвакуации.



Рисунок 22 – План эвакуации на случай ЧС

4.4. Экологическая безопасность

Переработка компьютерной техники - особенно актуальная проблема для бюджетных учреждений. Вышедшие из строя компьютеры и оргтехнику нельзя просто вывезти за пределы предприятия, поскольку они находятся на балансе и относятся к основным средствам. Кроме того, материнские платы и другие компоненты содержат драгоценные металлы, которые по закону обязательно должны быть учтены и проведены через бухгалтерию. Лучшее решение в данном случае — утилизация оборудования [32].

Для передачи оргтехники специализированной организации, которая отправит ее на переработку, необходимо оформить акт списания. Опытные специалисты в составе комиссии выполняют оценку морального и технического состояния компьютеров, принимают решение о непригодности для дальнейшей эксплуатации и оформляют необходимую документацию. После этого осуществляется вывоз и утилизация мониторов, принтеров, источников бесперебойного питания и др. Ценные металлы и сырье, пригодное для повторного использования, отправляют на переплавку на специальные заводы. Переработка неисправной компьютерной техники позволяет избежать загрязнения окружающей среды токсичными отходами и вернуть в оборот некоторое количество серебра, золота, платины, палладия и других ценных элементов.

Также существуют определенные стандарты, которые нужно соблюдать при сортировке и утилизации офисной макулатуры и черновиков. Это многоэтапный процесс, целью которого является восстановление бумажного волокна и некоторых других компонентов материала, необходимых для повторного использования. Поскольку разные виды бумаги в разной степени поддаются утилизации, использованная бумажная продукция собирается и отсортировывается, доставляется в соответствующие перерабатывающие предприятия.

Люминесцентные лампы считаются экономичными и энергосберегающими, что, несомненно, является плюсом, поскольку массовое

использование энергосберегающих ламп несколько снизит потребность в электроэнергии, но, с другой стороны, в люминесцентных лампах используется ртуть, что переводит отработанные лампы из обычных отходов в опасные, требующие специальной утилизации. Не работающие лампы немедленно после удаления из светильника должны быть упакованы в картонную коробку, бумагу или тонкий мягкий картон, предохраняющий лампы от взаимного соприкосновения и случайного механического повреждения. Недопустимо выбрасывать отработанные энергосберегающие лампы вместе с обычным мусором, превращая его в ртутьсодержащие отходы, которые загрязняют ртутными парами [33].

4.5. Безопасность в ЧС

Для кабинета, находящейся в здании промышленного корпуса, наиболее вероятными и опасными являются следующие ЧС:

–Природные чрезвычайные ситуации;

–Техногенные чрезвычайные ситуации (несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место);

Из природных чрезвычайных ситуаций можно выделить метеорологические условия-сильные морозы, которые своего рода могут привести к авариям электроснабжения, теплоснабжения, водоснабжения, размораживание труб и другие. При подготовке к зиме необходимо обеспечить производство (должно быть на складе): дизельные генераторы электрообогреватели, суточный запас питьевой и технической воды. Для предотвращения аварий необходимо осуществлять постоянные проверки, подготовить к использованию резервные источники питания на объектах энергоснабжения, проводить обследование аварийно опасных участков электросетей и теплосетей, а также проводить инструктаж среди работников, о рисках возникновения ЧС данного характера и реагирования на него.

Из техногенных чрезвычайных ситуаций для рабочего места можно выделить терроризм или несанкционированное проникновение посторонних.

Для этого необходимо организовать антитеррористическую безопасность, которая включает в себя:

- охрану объектов института и доступ к ним;
- круглосуточный контроль за ввозом (вносом) и вывозом (выносом) материальных и других ценностей;
- обеспечение общественного порядка на территории института;
- проведение комплекса предупредительно-профилактических мероприятий по повышению бдительности, направленной на обеспечение безопасности обучающихся и работников;
- оборудование турникетов и шлагбаумов;
- установку охранной сигнализации и ее техническое обслуживание;
- приобретение системы видео наблюдения его монтаж и пуск;
- установка наружного освещения.

Вывод к разделу

В данном разделе были определены опасные и вредные факторы, которые присущи работе за компьютером специалиста, проанализированы их воздействия на организм человека и возможные способы уменьшения этого воздействия. Также были определены пожарная и экологическая безопасность при работе с компьютером.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проделанной работы дана классификация видов пожаров и их причины. Проанализирована роль ЛГМ в лесном пожар, также приведена классификация. Проведено изучение климатических факторов, которые влияют на пожар. Описаны основные стадий горения ЛГМ.

Проведен анализ риска пожара в лесу, который показал необходимость проведения данной работы и предложения мероприятия по его снижению.

Построена дерево причин возникновения лесного пожара, анализ которой показал, что значительный вклад в потенциальную опасность природной системы вносит наличие антропогенного фактора, что составляет 2.3×10^{-4} , вероятность появления источника зажигания составляет 5.002×10^{-5} , а также вероятность проявления одного из вида, способа самовозгорания равна 2.3×10^{-5} .

Экспериментально установлено что, в образцах при нагревании возникают термические эффекты, характеризующие наличие окислительных процессов при отсутствии тления и пламенного горения. Эти эффекты дают старт термодинамическим процессам в образце, которые развиваются до пламенного горения. Образец ягеля является более уязвимым.

В разделе финансовый менеджмент был проведен предпроектный анализ, были определены потребители результатов исследования в нашем случае это является ГУ МЧС России по Томской области. Далее с помощью анализа конкурентных технических решений, конкурентное преимущество нашей разработки, представленной ВКР – это надежность, наглядность, низкая цена.

Провели SWOT-анализ, выявили сильные и слабые стороны данного проекта. Также проведена оценка готовности проекта к коммерциализации – 55 балл (степень проработанности научного проекта), 51 балл – уровень имеющихся знаний у разработчика. Из полученных значений, можно сделать вывод что перспективность проекта выше среднего.

Были определены цели и результаты, ограничения проекта. Составлен план проекта в виде диаграммы Ганта.

Рассчитали бюджет НТИ: специальное оборудование – 345500 тыс. руб., основная заработная плата – 46800 тыс. руб., дополнительная заработная плата – 4030 тыс. руб., накладные расходы – 15429 тыс. руб., отчисления на социальные нужды – 15249 тыс. руб. Итоговый бюджет на НТИ составил 426828 тыс. руб.

Определена экономическая эффективность проекта, которая составила 138,173 тыс. руб.

Проведенная оценка значений интегральных показателей эффективности позволяет судить о приемлемости существующего варианта решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В разделе социальная ответственность были определены опасные и вредные факторы, которые присущи работе за компьютером специалиста, проанализированы их воздействия на организм человека и возможные способы уменьшения этого воздействия.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИИ

1. Бектенов Д. Е. Оценка территориальных рисков в Бескарагайском районе Восточно-Казахстанской области республики Казахстан // Ресурсосберегающие технологии в контроле, управлении качеством и безопасности: сборник научных трудов IX Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых «Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее», Томск, 11-13 Ноября 2020. - Томск: ТПУ, 2021 - С. 22-26.
2. Бектенов Д. Е. Применение ГИС-технологий в оценке и прогнозировании паводковой обстановки на реке Иртыш в Восточноказахстанской области Республики Казахстан // Информационные технологии (ИТ) в контроле, управлении качеством и безопасности: сборник научных трудов VIII Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых "Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее", Томск, 7-12 Октября 2019. - Томск: ТПУ, 2019 - С. 39-43.
3. Бектенов Д. Е. Оценка и прогнозирование паводковой обстановки на реке Иртыш в Бескарагайском районе восточно-казахстанской области республики Казахстан // Научная сессия ТУСУР–2019: материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 т., Томск, 22-24 Мая 2019. - Томск: В-Спектр, 2019 - Т. 4 - С. 13-16.
4. Бектенов Д. Е. Применение ГИС-технологий в оценке и прогнозировании паводковой обстановки на реке Иртыш в Восточно-Казахстанской области республики Казахстан // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня

- рождения профессора К. В. Радугина, Томск, 8-12 Апреля 2019. - Томск: Изд-во ТПУ, 2019 - Т. 1 - С. 554-556.
5. Русланова К. Р. , Бектенов Д. Е. Проблема вырубki лесов в Томской области и пути ее решения // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К. В. Радугина, Томск, 8-12 Апреля 2019. - Томск: Изд-во ТПУ, 2019 - Т. 1 - С. 621-623.
6. Smirnova I. N. , Bektenov D. E. Women in Kazakh family: traditions and modern trends // Материалы 54-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2016: Этнография, Новосибирск, 16-20 Апреля 2016. - Новосибирск: Изд-во НГУ, 2016 - С. 131-132.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Fireman.club: Сетевое издание: сайт. – Москва. – обновляется в течении суток. – URL:https://fireman.club/inseklodepia/pozharniy-risk/ \(дата обращения: 19.03.2021\).](https://fireman.club/inseklodepia/pozharniy-risk/) – Текст: электронный.
2. С. А. Барталев, Ф. В. Стыценко, С. А. Хвостиков Методология мониторинга и прогнозирования пирогенной гибели лесов на основе данных спутниковых наблюдений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. - 2017. - №6.
3. Ю.А. Михалев Пирологическая классификация лесов Сибири // Вестник КрасГАУ. - 2014. - №9.
4. Пирогенные особенности лесной растительности севера Ростовской области М.И. Мартынова, М.И. Хромов // Известия ВУЗов. Северо- Кавказский регион. - 2005. - №6.
5. Под редакцией И.Ф. Киржакова Атлас рисков природного, техногенного, биолого-социального характера на территории Томской области. - Томск: Томскгеомониторинг, 2008.
6. [Fireevacuation.ru: Сетевое издание: сайт. – Москва. – обновляется в течении суток. – URL: http://www.fireevacuation.ru/riski.php \(дата обращения: 20.03.2021\).](http://www.fireevacuation.ru/riski.php) – Текст: электронный.
7. ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения
8. В.Г. Гусев, Е.Л. Лопухова, В.К. Дубовый Классификация и общие свойства лесных горючих материалов // Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства – 2012
9. Последствия лесных пожаров // Узнай о последствиях URL: <http://posledstviya.ru/posledstviya-lesnyx-pozharov/> (дата обращения: 20.03.2021).

10. [Профилактика и меры предупреждения лесных пожаров в системе лесопользования Российской Федерации: монография / Д. Ф. Ефремов, А. С. Захаренков, М.А. Копейкин, Е. П. Кузьмичев, М. И. Сметанина, В. В. Солдатов – Москва:Всемирный банк, 201. – 104 с. – ISBN 9785-5-904131-13-15.](#)
11. Коровин, Г. Н. Состояние и перспективы развития системы охраны лесов от пожаров в Российской Федерации / Г. Н. Коровин // Доклад на экспертном совете МЧС 14 июня 2012 г.
12. Масляков, В. Н. Основные итоги работы лесного хозяйства Российской Федерации в 2010 году и задачи на 2011 год / В. Н. Масляков. – С.-Петербург, 2011.
13. Ярошенко, А. Ю. О положении дел в области охраны лесов от пожаров и о необходимых мерах по обеспечению пожарной безопасности в лесах / А. Ю. Ярошенко. - 2012. – <http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?f=9&t=9790&view=unread#unread>.
14. Duinker, P. N. Resolutions from the workshop on forest decline and reproduction: regional and global consequences / P. N. Duinker // Environ. – Conserv., 1987. – V. 14. – № 2. – P. 173–174.
15. Schmidt-Vogt, H. Die Fichte. B. 2/3. Waldbau. Okosysteme. Urwald / Schmidt-Vogt H. //Wirtschaftswald. Ernährung. ng. Ausblick. Hamburg; Berlin : Paul Parey, 1991. – 781 s.
16. Rehfuess, K. E. Review of forest decline research activities and results in the Federal Republik of Germany / K. E. Rehfuess // J. Environ. Sci / and Health /. – 1991. – V. 26. – № 3. – P. 415–445.
17. Косяченко С.А., Кузнецов Н.А., Кульба В.В., Шелков А.Б. Модели и методы автоматизации управления в условиях чрезвычайных ситуаций. // Автоматика и телемеханика, №9, 1998. – С. 3-66.
18. Carbon balance of tropical peat forests at different fire history and implications for carbon emissions / Haruni Krisnawati, Wahyu S.

Adinugroho, Rinaldi Imanuddin, Suyoko, Christopher J. Weston, Liubov Volkova

19. A methodology to estimate forest fires burned areas and burn severity degrees using Sentinel-2 data. Application to the October 2017 fires in the Iberian Peninsula / Rafael Llorens, Jos´e Antonio Sobrino, Cristina Fern´andez, Jos´e M. Fernandez-Alonso, Jos´e Antonio Vega

20. Конев Э.В. Физические основы горения растительных материалов. Новосибирск: Наука. Сиб. 1977. 239 с.

21. Курбатский Н.П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы пирологии. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1970. С. 5–58.

22. 70.mchs.gov.ru: Сетевое издание: сайт. – Томск. – обновляется в течении суток. – URL: <https://70.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 20.03.2021). – Текст: электронный.

23. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.».

24. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие сангигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

25. ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности.

26. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов».

27. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. «Защитное заземление, зануление»

28. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ

29. СП 9.13130.2009 “Техника Пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.

30. ГОСТ 12.1.004-91, ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования.

31. Постановление Администрации г. Томска от 11.11.2009 №1110 (с изменениями от 24.12. 2014) «Об организации сбора, вывоза, утилизации, и переработки бытовых и промышленных»
32. Постановление Правительства РФ от 28.12.2020 №2314 «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств».
33. СП 60.13330.2016. «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Приложение А

Раздел (б)

The impact of forest fires on the environment and human life

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ91	Бектенов Диас Елеубекулы		

Консультант ОКД ИШНКБ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы ШБИЦ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Денико Роман Викторович	к.ф.н.		

Authentic literature review on the research topic

Books, scientific, educational, and methodical, articles in the periodicals by various English-speaking authors have been used in the study. In these articles, the authors deal with the problems of forest fires. Climate change also plays an important role in the development of fire.

Fire is one of nature's primary carbon-cycling mechanisms, but human activity interferes with the natural component of this mechanism causing, according to some estimates, more than half of the boreal forest fires occurrences. When the weather conditions are conducive to spreading forest fires, this anthropogenic effect becomes especially pronounced. The objective of the paper is to spotlight only the issue of the meteorological component of the changes in the potential forest fire danger.

In the 20th century, Northern Eurasia was the region with the largest and steadiest increase of the surface air temperature, which became more obvious during the second half of the 20th century (Fig. 1).

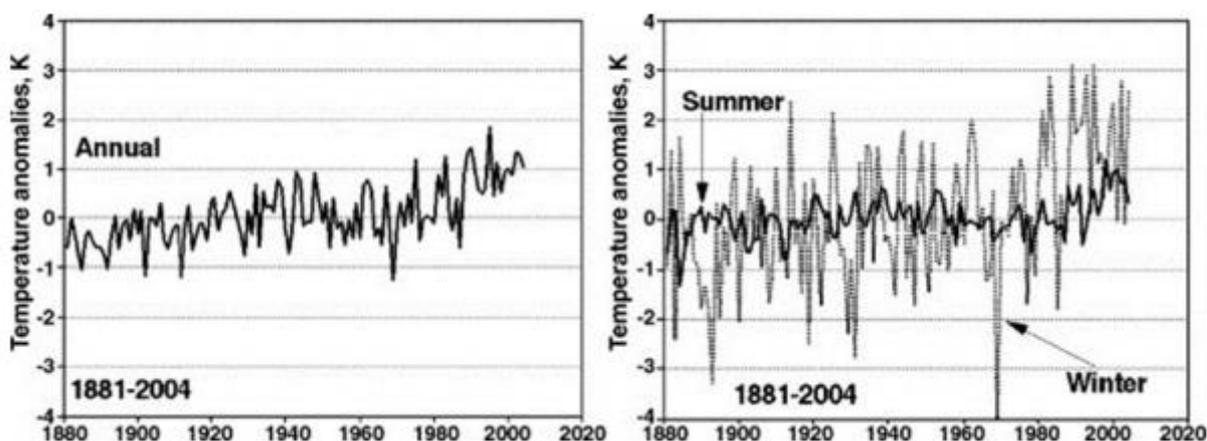


Fig. 1. Changes of the surface air temperature during the period of instrumental observations over Northern Eurasia (continent north of 40° N and east of 15° E). annual (left) and seasonal (right) temperature variations are presented in anomalies from the mean values for the 1951–1975 reference period.

There has been one more peculiarity in the changes over the past 40 years that deserves to be noted. While in previous decades (at least during the period of instrumental observations), we mostly observed the changes in the cold season, the recent warming became prominent in the warm season as well (Figs 2).

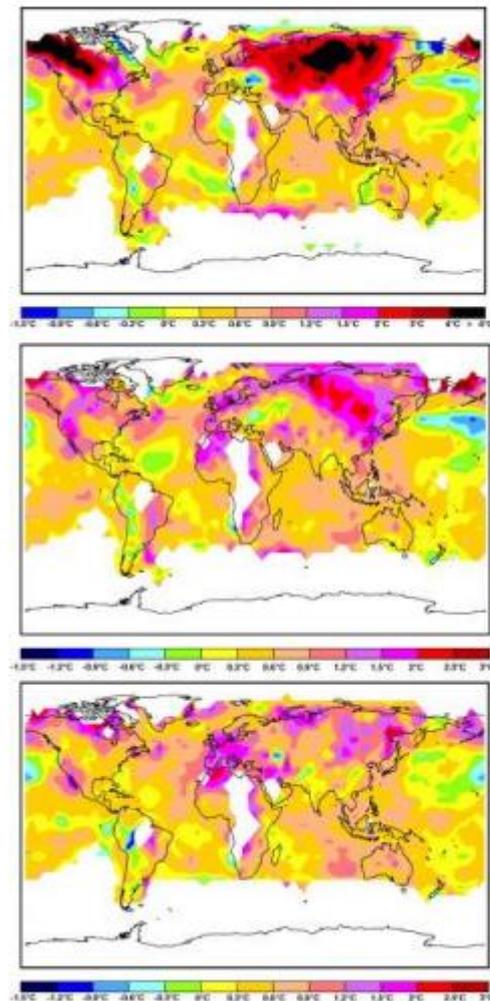


Fig. 2. Mean seasonal temperature changes from 1965 to 2004 over the globe. From the top to the bottom: winter, spring, and summer. The change estimates were made by fitting linear trend lines

This warming should be manifested in the changes of the environmental characteristics affecting both terrestrial ecosystem dynamics and human activity.

Groisman has assessed the changes over northern extra-tropics in such characteristics as the frequency of extreme temperature and precipitation, thaw frequency; heating degree days, growing season duration, the sum of temperatures above/below a given threshold; days without frost, and day-to-day temperature

variability in the past 50 years. Each of these characteristics has substantially changed over Northern Eurasia. [1].

It should be noted that there is a methodological approach to the solution of the problems related to the integration of fire risk in complex models of forest management in the Mediterranean. In the Mediterranean areas, forest fires represent a significant risk from year to year. Seasonal climate fluctuations with dry summers, high temperatures, and low precipitation, which implies increased flammability of materials are one of the main factors contributing to fire risk and the fire course. This factor associated with a more favorable biophysical environment (e.g, high bias, aspect), leads to an easy spread and the increasingly destructive power of such phenomenon. To prevent and reduce the impact of forest fires it is needed to simulate and predict the use and administration of the territory not only in forested areas but also in all types of land use and agricultural activities, which can co-exist there, given the likelihood of fire emergence [2].

In the context of the Master's dissertation, the mathematical model of surface and forest fires has been considered. A three-dimensional multiphase model based on physics has been used. The boundary problem has been solved in numerical form using the finite volume method. This model was used to describe the process of initiating and spreading surface fires and transferring them to the crown of forest fires. The distribution of the main functions of the process (velocity field, gas temperature, and solid phase, oxygen concentration, gas product pyrolysis, and inert components, etc.) over time has been given as the results of the numerical solutions.

The scenarios simulated in the study represent a possible approach to the preliminary risk assessment and should be checked using more detailed dynamic modelling [3].

With regard to the world statistics on the loss from fires, there is evidence of damage from the fire in different countries including the direct and indirect loss, fire damage, casualties (deaths from fire in Eastern, central countries and countries of South-Eastern Europe and Central Asia: death from an accident from smoke, fire), economic losses. The data is given in the tabular form. The researchers also draw

attention to the fact it is necessary to encourage the government to adopt a strategy aimed at reducing the damage from fires, which is about 1% of the gross GDP in the advanced countries because this issue has not received proper attention. To achieve this goal, the statistics collected on the national costs on fire control from twenty leading countries is annually reported to the UN Committee [4].



Fig. 3. A Russian firefighter extinguishing a wildfire

For hundreds of years, fire has been considered an environmental disaster. It has been linked with reduced soil fertility, destruction of biodiversity, global warming, and damage to forests, land resources, and, of course, human assets. Such disputes fail to make important distinctions between different types of fires and the wrong types of fires in the wrong places.

Forest fires occur either because of anthropological or natural causes. The majority of fires around the globe are caused by human activity. Lightning is probably the most common natural cause of the fire. It has been estimated that annually fires burn across up to 500 million hectares of woodland, open forests, tropical and sub-tropical savannahs, 1,015 million hectares of boreal and temperate forest, and 20- 40 million hectares of tropical forests.

Fire is one of the oldest tools known to humans. It has been used as a management technique in land clearance for centuries. Fire is an obvious mechanism

for the thousands of farmers, ranchers, and plantation owners on the edge of the agriculture frontier pushing into forests. It is normally the least expensive and the most effective way of clearing vegetation and fertilising nutrient-poor soils. Fires are normally lit at the end of the dry season and in most normal conditions the fires can be controlled. However, if it rains, as occurs in many parts of the tropics in El Niño years, the results can be catastrophic, as the fires are beyond the control.

Fire is a paradox as it can kill plants and animals and cause extensive ecological damage, but at the same time, it is also extremely beneficial being the source of forest regeneration and nutrient recycling. According to the experts, fire is nature's way of recycling essential nutrients, especially nitrogen. For many boreal forests, fire is a natural part of the forest cycle, and some tree species, in particular lodgepole and jack pines, are serotinous, their cones open and seeds germinate only after they have been exposed to fire. Mountain ash, a flowering tree of temperate Australia, also requires a spot to completely burn and be exposed to full sunlight to regenerate. In these circumstances fire is essential. Burning quickly decomposes organic matter into mineral components causing a spurt of plant growth, and can also reduce the disease incidence in the forest. But it is important to remember that under extreme weather conditions fires can destroy these forests.

In contrast, fire causes severe damage to tropical forest ecosystems characterized by high levels of humidity and moisture. They do not normally burn and are extremely exposed to severe damage from fires. The research conducted in the Amazon is just beginning to show us what long-lasting harm from a fire can be done to the tropical forest ecosystem.

The impact of forest fires can have global consequences: forest fires also produce gaseous and particle emissions affecting the composition and functioning of the jet stream and global atmosphere enhancing climate change. Tropical forest destruction in the fire can lead to unpredictable changing weather systems.

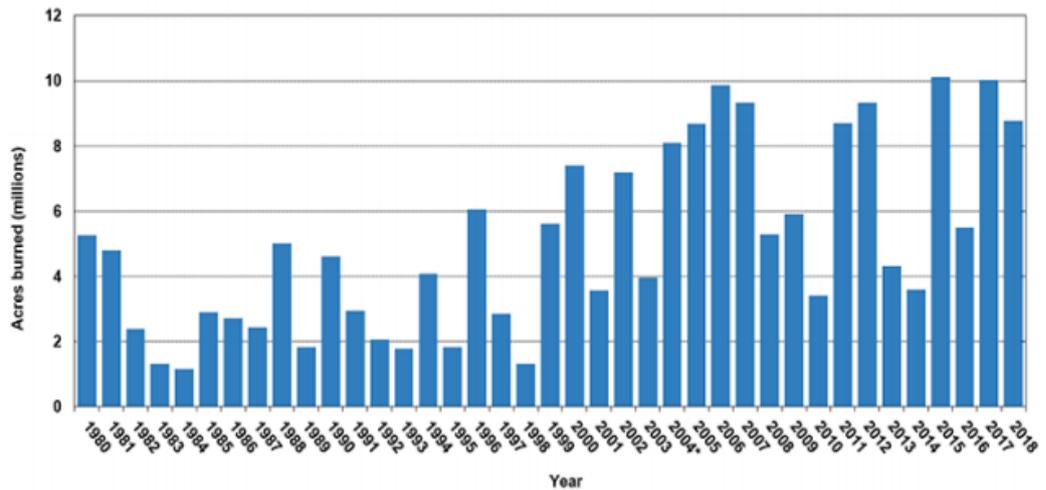


Fig. 4. Annual Number of Acres Burned in Wildland Fires, 1980-2018

Andy Rowell and Dr. Peter F. Moore have given an overview of the fires around the world, as well as the causes of forest fires for each country. For Russia, for example, the main reason for starting most fires is an economic crisis. As a result of the crisis, many people had to hunt, fish, and pick wild fruits and mushrooms in the forest, which led to the emergence of many fires. The Russian authorities believe that the vast majority of the fires, roughly 70-85%, were the result of unintentional human activity, for example, lit cigarettes and disregard for firefighting measures, while lightning caused only about 15-30% of fires. Almost all fires in the European part of Russia, to the west of the Ural, are of anthropogenic character [5].

The main source, revealing the theoretical basis of combustion mechanisms, was the article by P. Grimwood and K. Desmet, which explains the nature of fire (oxidizer, combustible substance, ignition source), describes in detail the products of combustion (the degree of their toxicity and, impact on humans).

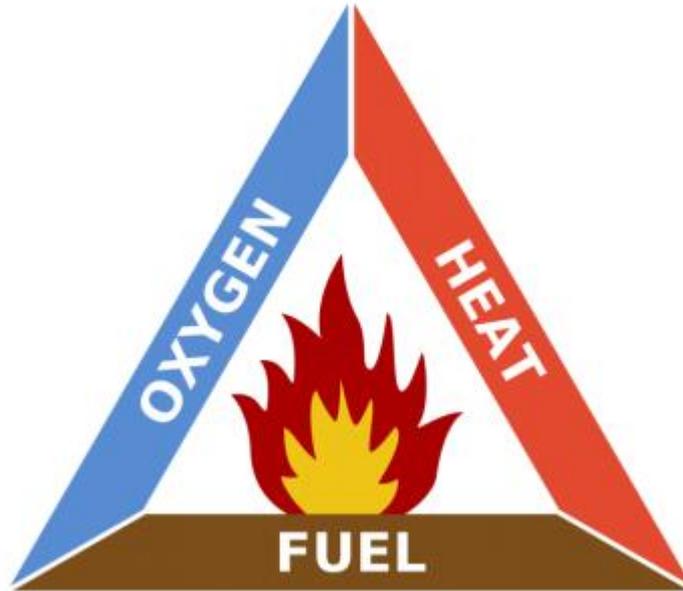


Fig. 5. The Fire Triangle

There is also a table of combustion temperatures for various substances (matches, ethyl alcohol, wood, etc.); a table for various liquid fuels with flash temperatures, self-ignition, and other parameters. A lot of information on the means of individual protection, the impact on human factors of fire is presented there. We believe the data can be used in a Master's dissertation [6].

Fire can be regarded as a cure. The prophylactic burning of wood residues in the forest is a traditional method of ground clearance following harvest time. The guidance on suitable types of the cut material used for burning, the equipment, planning, and techniques to ensure good management is given. The necessary legislation is specified. Environmental impacts, health and safety, and atmospheric considerations are discussed and guidance before, during, and after burning is provided. This technical note has been prepared as a manual based on the latest developments in burning forest residues and is the third one in a series of three guides on forest fire control. The others include planning the controlled burning operations in forestry and extinguishing forests and moorlands [7].

How long does the forest regenerate after the fire? The scientists from Canada tried to answer this question. The impact of local forest properties on the fire risk across Canada was also mapped. Fire is a dominant mechanism of forest renewal in most

Canadian forests, and its activity is projected to increase in the coming decades. Isolated cases of fires are considered as indiscriminate forest objects; however, there is now evidence to the contrary. Therefore, our objective was to quantify the impact of forest properties on the selectivity or prevention of fire, to assess the sustainability of these effects in various combustion rates, and use these results for mapping local fire risk in the forests of Canada [8].

Another article is devoted to the request to regenerate a forest after a fire in Klamath-Siskiyou. The author of the article is worried about the growth of forest fires in the Western United States. The increasing frequency and extent of forest fires in the western United States have been arousing concern due to response to after - fire management in the state forests. There is no information on the ecosystem recovery after fire, which has led to heated debate and speculations regarding the restoration of forest vegetation after damage and the need for further management actions. Therefore, a critical question arises as will these ecosystems recover themselves, and if so, how long it takes. One aspect of the restoration, the spatial and temporal variation of natural conifer regeneration evident in 9 –19 years after forest fires in California and Oregon can be reported. In contrast to expectations, natural softwood regeneration in a variety of settings has been found. Management plans can greatly benefit from using natural softwood regeneration, but managers will face the challenge of long regeneration periods and be able to accommodate high levels of variation across the landscape of fire [9].

The given article is useful for understanding the principle of starting fires and firefighting for landowners, who can face wildfire. Whether you own a few acres or thousands, this publication can help you reduce the potential damage to your property from fires while improving the overall forest condition and natural habitat. Although these actions won't prevent your property from a wildfire, they can help to make it more fire-resistant. In other words, following the guidelines given in this publication, you can reduce the severity of a fire so that most trees will survive, and firefighters can attack and extinguish the blaze. Although this publication provides suggestions for

making your property more fire-resistant, it does not specifically address the area of defensible space immediately around your home, cabin, or other structures [10].

The environmental damage caused by wildfire can't be ignored as animals, plants, fungi suffer and the ecosystem is changed. This problem will be under study. The growth, development, and diffusion of plant species are determined by different influences. Plants are increasingly exposed to various stress factors.

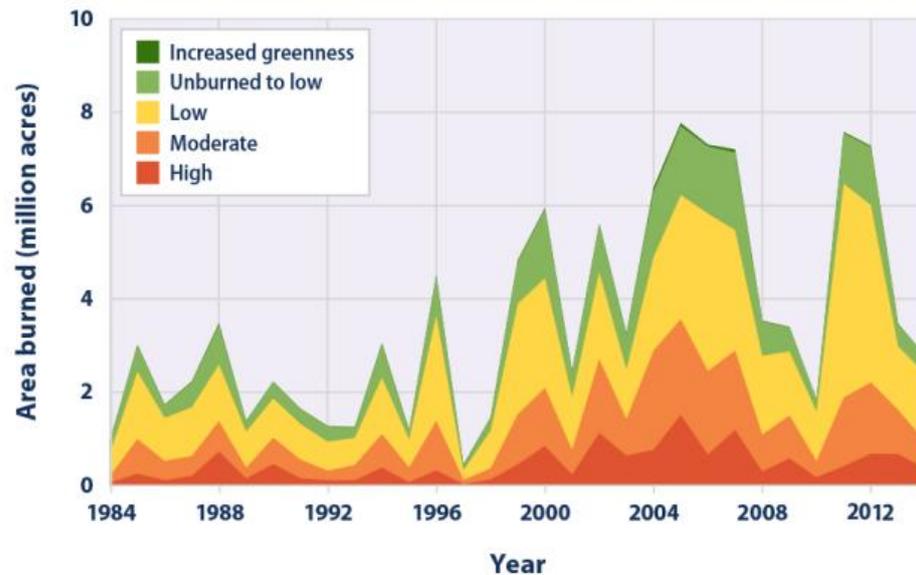


Fig. 6. Damage caused by Wildfires in the United States, 1984 – 2012

Wildfires can destroy the entire natural habitat complex with a large biological diversity of many species in a short time. This study focuses on the effects of fire, such as heat, on the plants. After a fire, the environment is changed, and some species in the areas affected by the fire will appear only after fire. Some species that existed before the fire, will be developed according to new conditions, and some species will disappear.

The objective of the study was to assess the sustainability of natural vegetation in a fire environment, which is essential for natural regeneration. Fire temperatures cause irreparable damage to plant functions or plant organs [11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Maria de Belém Costa Freitas, António Xavier, and Rui Fragoso Integration of Fire Risk in a Sustainable Forest Management Model // *Forests*. 2017. №8.
2. Perminov, V; Goudov, Mathematical modeling of forest fires initiation, spread and impact on environment // *International Journal of Geomate*. 2017. №35.
3. Marty Ahrens, Prof. Dr. Sergei Sokolov World fire statistics // *International Association of Fire and Rescue Services*. 2015. №21.
4. P. Grimwood K. Desmet Tactical firefighting. 1.1 pbl. London: CEMAC, 2003.
5. Andy Rowell and Dr. Peter F. Moore Global Review of Forest Fires. Switzerland: WWF International, 2000
6. Bill J. Jones Burning Forest Residues // *Forestry Commission*. 2002. №9.
7. Pierre Y. Bernier, Sylvie Gauthier, Pierre-Olivier Jean Mapping Local Effects of Forest Properties on Fire Risk across Canada // *Forest*. 2016. №7.
8. J.P.A. Shatford, D.E. Hibbs, and K.J. Puettmann Conifer Regeneration after Forest Fire in the Klamath-Siskiyou: How Much, How Soon? // *Journal of Forestry*. 2007. №4.
9. Oregon State University Extension Service Reducing Fire Risk on Your Forest Property. Oregon: A Pacific Northwest Extension Publication, 2010.
10. Stanimir Živanović Forest fires are a risk factor for plant species // *Acta Agriculturae Serbica*. 2014. №37.
11. A. Smirnov, A. Majlingova Early Fire Detection and Forest Fires Operational Fighting - Important Factors in Reducing Forest Fires in Russia and Slovakia // *FIRE PROTECTION & SAFETY Scientific Journal*. - 2018. - №48