

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



Институт неразрушающего контроля  
 Направление подготовки (специальность) – 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
Тактика тушения пожара и проведение аварийно-спасательных работ на социальном объекте УДК 614.842.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ41	Кузьмина Елизавета Викторовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Сечин Александр Иванович	Доктор технических наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов Олег Николаевич	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	Доктор химических наук, профессор		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b><i>Профессиональные компетенции</i></b>	
P1	Применять глубокие математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания при осуществлении изысканий и инновационных проектов создания и оптимизации методов и средств обеспечения безопасности человека и окружающей среды от техногенных и антропогенных воздействий
P2	Создавать и использовать на основе глубоких и принципиальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии по защите человека в техносфере, а также для повышения надежности и устойчивости технических объектов, поддержания их функционального назначения в условиях жестких экологических, социальных и других ограничений
P3	Проводить инновационные инженерные исследования опасных природных и техногенных процессов и систем защиты от них, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов в области современных информационных технологий, современной измерительной техники и методов измерения
P4	Организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания и безопасному размещению и применению технических средств в регионах, осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях
P5	Организовывать мониторинг в техносфере, составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития ситуации на основе его результатов с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности, анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности объекта
P6	Проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов, аудит систем безопасности, осуществлять мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой
<b><i>Общекультурные компетенции</i></b>	
P7	Использовать глубокие знания в области проектного менеджмента, в том числе международного менеджмента, находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области техносферной безопасности
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной профессиональной среде, включая разработку документации, презентацию и защиту результатов инновационной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально, а также в качестве руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области техносферной безопасности
P10	Демонстрировать глубокое знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности



Институт неразрушающего контроля  
 Направление подготовки (специальность) – 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)      \_\_\_\_\_  
 (Дата)      С.В. Романенко  
 (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ41	Кузьминой Елизавете Викторовне

Тема работы:

Тактика тушения пожара и проведение аварийно-спасательных работ на социальном объекте	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Научно-техническая библиотека Томского политехнического университета, возможные пожароопасные ситуации на втором этаже, тушение пожара и риски, возникающие при эвакуации людей со второго этажа</li> <li>2. Режим работы – непрерывный</li> <li>3. Требования пожарной безопасности</li> </ol>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></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, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор основных сведений о пожарной тактике и обеспечении безопасности людей при пожаре</li> <li>2. Тактика тушения пожара и проведение аварийно-спасательных работ на библиотеке</li> <li>2. Определение расчетных величин пожарного риска для библиотеки</li> <li>3. Определение времени эвакуации людей при пожаре со второго этажа библиотеки</li> <li>4. Разработка методического плана комплексных пожарно-тактических учений на библиотеке</li> <li>5. Инженерно-техническая оценка предлагаемых решений</li> </ol>

<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	<i>Таблицы, рисунки</i>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Петухов Олег Николаевич
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке	Крицкая Надежда Вадимовна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Обеспечение безопасности людей при пожаре	
Основные сведения о пожаре	
Понятие пожарной тактики	
Тушение пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Сечин Александр Иванович	Доктор технических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ41	Кузьмина Елизавета Викторовна		



Институт неразрушающего контроля  
 Направление подготовки (специальность) – 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
 Уровень образования: магистратура  
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности  
 Период выполнения: (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация
--------------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
18.04.2016	<i>Введение</i>	
21.04.2016	<i>Обзор литературы о пожарной тактике и способах обеспечения безопасности людей при пожаре</i>	
27.04.2016	<i>Изучение объекта и метода исследования</i>	
2.05.2016	<i>Проведение расчетов пожарной нагрузки этажа, времени эвакуации людей при пожаре, пожарного риска объекта</i>	
9.05.2016	<i>Разработка рекомендация по снижению уровня пожарного риска и времени эвакуации</i>	
16.05.2016	<i>Разработка методического плана проведения комплексных пожарно-тактических учений на объекте исследования</i>	
20.05.2016	<i>Инженерно-техническая оценка предлагаемых решений</i>	
22.05.2016	<i>Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.</i>	
24.05.2016	<i>Социальная ответственность</i>	
26.05.2016	<i>Заключение</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Сечин Александр Иванович	Доктор технических наук		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	Доктор химических наук, профессор		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ЕМ41	Кузьмина Елизавета Викторовна

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭБЖ</b>
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Техносферная безопасность

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

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

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</p>	<p><i>Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований</i></p>
<p>2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</p>	<p><i>Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета</i></p>
<p>3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</p>	<p><i>Оценка сравнительной эффективности проекта</i></p>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. SWOT анализ
2. SWOT матрица
3. Диаграмма Исикавы
4. Иерархическая структура работы по проекту
5. Календарный план-график проведения работы
6. Бюджет научного исследования

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Петухов Олег Николаевич	Кандидат экономических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1ЕМ41	Кузьмина Елизавета Викторовна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ЕМ41	Кузьмина Елизавета Викторовна

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭБЖ</b>
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Техносферная безопасность

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

*Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и область его применения*

*В качестве объекта исследования взять пожар на Научно-технической библиотеке Томского политехнического университета. Рассмотреть влияние вредных и опасных факторов на сотрудника Государственной противопожарной службы РФ при ликвидации пожара на данном объекте*

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

*1. Производственная безопасность*  
*1.1 Анализ опасных факторов пожара на объекте*  
*1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые воздействуют на сотрудника Государственной противопожарной службы РФ при ликвидации пожара на объекте:*  
 – физико-химическая природа вредности;  
 – действие фактора на организм человека;  
 – приведение допустимых норм с необходимой размерностью;  
 – предлагаемые средства защиты

– опасные факторы пожара;  
 – повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;  
 – повышенная температура воздуха рабочей зоны;  
 – повышенный уровень шума на рабочем месте;  
 – повышенный уровень вибрации;  
 – повышенная влажность воздуха;  
 – недостаточная освещенность рабочей зоны;  
 – наличие в воздухе рабочей зоны токсических веществ;  
 – сверхнормативные физические и нервно-психологические нагрузки;  
 – движущиеся машины и механизмы, разрушающиеся конструкции;  
 – расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола)

*2. Экологическая безопасность*

– анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду;  
 – обеспечение мероприятий по защите окружающей среды

*3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности*  
*3.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства для сотрудников Государственной противопожарной службы РФ*

– пенсионное обеспечение;  
 – страхование жизни и здоровья;  
 – запрет труда женщин;  
 – форма одежды, знаки различия и нормы снабжения вещевым имуществом;  
 – порядок оказания медицинской помощи

	<i>щи, санаторно-курортное обеспечение и осуществление отдельных выплат</i>
--	---

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ41	Кузьмина Елизавета Викторовна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 149 с., 7 рис., 30 табл., 26 источников, 3 прил.

Ключевые слова: пожар, опасные факторы пожара, пожарный риск, тушение пожара, пожарная тактика, пожарно-тактические учения, эвакуация.

Объектом исследования является второй этаж Научно-технической библиотеки Томского политехнического университета, возможные пожароопасные ситуации, тушение пожара и риски, возникающие при эвакуации людей со второго этажа.

Цель работы – тактика тушения пожара и проведение аварийно-спасательных работ на социальном объекте.

В процессе исследования проводились: определение расчётных величин пожарного риска для объекта исследования, расчет времени эвакуации людей при пожаре, анализ пожарной безопасности объекта, изучение тактики тушения пожара и проведение аварийно-спасательных работ на объекте исследования.

В результате исследования были предложены практические рекомендации по снижению уровня пожарного риска и времени эвакуации на объекте, разработаны методический план проведения комплексных пожарно-тактических учений и форма отчета о текущем пожарно-техническом состоянии объекта в целях мониторинга пожарной безопасности.

Область применения: пожарная безопасность. Результаты расчетов и рекомендации переданы в отдел пожарной безопасности Томского политехнического университета, для разработки планов эвакуации, проведения учений и привлечения аварийно-спасательных средств и техники.

Экономическая эффективность/значимость работы: может быть использована для повышения пожарной безопасности объектов, а также подготовки личного состава подразделений Государственной противопожарной службы совместно с гражданским населением по ведению действий при тушении пожара на объекте.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».

СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

ГОСТ 12.1.033-81 «Пожарная безопасность. Термины и определения».

Приказ МЧС РФ от 30.06.2009 №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**опасный фактор пожара:** фактор пожара, воздействие которого приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному ущербу;

**пожар:** комплекс физико-химических явлений, в основе которых лежат изменяющиеся во времени и пространстве процессы горения, тепло - и массообмена, приводящие к ущербу;

**пожарный риск:** мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей;

**пожарная тактика:** теория и практика подготовки и ведения боевых действий подразделений по тушению пожаров;

**путь эвакуации:** последовательность коммуникационных участков, ведущих от мест пребывания людей в безопасную зону;

**тушение пожара:** процесс воздействия сил и средств, а также использование методов и приемов для ликвидации пожара;

**эвакуация людей:** процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на людей опасных факторов пожара;

**эвакуационный выход:** выход на путь эвакуации ведущий в безопасную при пожаре зону и отвечающий требованиям безопасности.

## Оглавление

Введение.....	12
1 Обеспечение безопасности людей при пожаре.....	14
1.1 Основные сведения о пожаре.....	14
1.2 Понятие пожарной тактики.....	20
1.3 Тушение пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей.....	27
2 Методика определения расчетных величин пожарного риска.....	29
2.1 Пожарный риск. Методика расчета пожарного риска.....	30
2.2 Эвакуация. Методика расчета времени эвакуации.....	34
3 Анализ пожарной опасности объекта.....	39
3.1 Сведения о местоположении объекта.....	39
3.2 Система противопожарной защиты объекта.....	40
3.3 Определение расчетного времени эвакуации людей со второго этажа	
НТБ ТПУ.....	41
3.4 Определение критической продолжительности пожара и	
необходимого времени эвакуации.....	69
3.5 Расчет пожарного риска здания Научно-технической библиотеки	
Томского политехнического университета.....	74
3.6 Расчет времени эвакуации людей со второго этажа библиотеки при	
помощи автолестниц.....	75
3.7 Разработка формы отчета, как элемента мониторинга пожарной	
безопасности.....	76
4 Пожарно-тактические учения.....	79
4.1 Методика проведения комплексных пожарно-тактических учений.....	79
4.2 Инженерно-экономическая оценка эффективности предлагаемых	
решений.....	83
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережение..	85
6 Социальная ответственность.....	103
Заключение.....	117
Список публикаций студента.....	119
Список использованных источников литературы.....	120
Приложение А.....	122
Приложение Б.....	137
Приложение В.....	138

## Введение

Современный этап развития общества характеризуется устойчивым и динамичным ростом опасности возникновения пожаров, сопровождающихся увеличением количества жертв и размеров наносимого ущерба. В связи с этим все больше внимания уделяется совершенствованию профессионального мастерства пожарных, повышению уровня боевой готовности, гарантирующей защиту от огня собственности и имущества.

Пожарная тактика – теория и практика подготовки и ведения боевых действий подразделений по тушению пожаров. Она решает следующие задачи:

- изучение закономерностей элементов обстановки на пожаре;
- познание сущности действий по тушению пожара и проведению связанных с ними аварийно-спасательных работ;
- выявление и обоснование наиболее целесообразных форм и методов организации тушения пожаров;
- изыскание форм и методов по дальнейшему совершенствованию тактической и психологической подготовки рядового и начальствующего состава гарнизонов пожарной охраны.

Основной целью пожарной тактики является разработка наиболее эффективных форм и приемов тушения пожаров в минимальные сроки.

Актуальность данной работы заключается в снижении пожарного риска объекта защиты, за счет ежеквартального мониторинга пожарно-технического состояния, а также подготовки личного состава подразделений Государственной противопожарной службы совместно с гражданским населением по ведению действий при тушении пожара на объекте.

Цель работы – тактика тушения пожара и проведение аварийно-спасательных работ на социальном объекте. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Провести анализ литературных источников о пожарной тактике и обеспечении безопасности людей при пожаре;
- 2) Провести анализ пожарной опасности социального объекта;

3) Провести расчет времени эвакуации людей при пожаре со второго этажа объекта защиты.

4) Разработать форму отчета о текущем пожарно-техническом состоянии объекта.

5) Разработать методический план и расчет сил и средств, для проведения комплексных пожарно-тактических учений на библиотеке ТПУ.

6) Дать инженерно-экономическую оценку эффективности предлагаемых решений.

Объектом исследования является второй этаж Научно-технической библиотеки Томского политехнического университета, возможные пожароопасные ситуации, тушение пожара и риски, возникающие при эвакуации людей со второго этажа.

Предмет исследования – пожарные и социальные риски при возникновении чрезвычайной ситуации.

Новизна проведенной работы заключается в анализе путей эвакуации со второго этажа библиотеки в сложившихся условиях производственной компоновки и численного заполнения посетителями, а также разработке методического плана комплексных пожарно-тактических учений на Научно-технической библиотеке Томского политехнического университета.

Так же новизна данной работы состоит в разработке проекта формы отчета о текущем пожарно-техническом состоянии объекта, как элементе мониторинга пожарной безопасности.

Результаты расчетов и рекомендации переданы в отдел пожарной безопасности Томского политехнического университета, для разработки планов эвакуации, проведения учений и привлечения аварийно-спасательных средств и техники.

# 1 Обеспечение безопасности людей при пожаре

## 1.1 Основные сведения о пожаре

Практика показывает, что абсолютно пожаробезопасных объектов не существует. При таком подходе к вопросу все материальные элементы объекта, включая и элементы конструкций зданий, необходимо рассматривать не с точки зрения их функционального назначения, их материальной или духовной ценности, а как пожарную нагрузку данного объекта, т.е. как вещество и материалы, способные гореть в случае возникновения пожара.[1]

Пожар – комплекс физико-химических явлений, в основе которых лежат изменяющиеся во времени и пространстве процессы горения, тепло - и массообмена, приводящие к ущербу.

Главными явлениями, которые сопровождают пожар, являются процессы горения, тепло- и газообмена. Им свойственно проходить изменения в пространстве, времени. Пожар – это открытая термодинамическая система, которая в процессе своего развития обменивается с окружающей средой веществами и энергией.

Горение веществ и материалов представляет собой быстропротекающие химические реакции окисления и физические явления, без данных явлений невозможно горение. Оно протекает совместно с выделением тепла и свечением нагретых до предела продуктов горения, при этом образуются ламинарное или турбулентное диффузионное пламя.

К главным условиям возникновения горения относятся: горючее вещество, окислитель, который проникает в зону химических реакций, а также постоянное выделение тепла, которое, в свою очередь, необходимо для поддержания горения.

К основным параметрам пожара относятся: пожарная нагрузка, массовая скорость выгорания, скорость распространения пожара, температура пожара, интенсивность выделения тепла.

Количество теплоты, которое относится к единице поверхности и может выделяться в помещении при пожаре, называют пожарной нагрузкой. Ее можно охарактеризовать, как сумму постоянной и временной пожарных нагрузок. В постоянную нагрузку входят присутствующие в конструкциях вещества и материалы, которые способны гореть. Временную пожарную нагрузку составляют вещества и материалы, которые используются в производстве, все, что способно гореть. В итоге, пожарная нагрузка представляет собой массу всех горючих и трудногорючих материалов, которые располагаются на одном метре кубическом пола помещения.

Скорость выгорания можно охарактеризовать, как, потеря массы вещества в единицу времени при процессе горения.

В качестве температуры пожара в ограждениях принимают среднеобъемную температуру газовой среды в здании, а в качестве температуры пожара на открытых пространствах является температура пламени.

Линейная скорость распространения горения является, в свою очередь, физической величиной, которая описывается поступательными движениями фронта пламени в необходимом направлении в единицу времени. На данную скорость влияют вид и природа горючих веществ и материалов, начальная температура, способность к воспламенению, интенсивность газообмена на пожаре, плотность теплового потока на поверхности вещества и материалов и другие факторы.

Наиболее важным параметром горения является интенсивность выделения тепла на пожаре. Данная величина равна по значению теплу, которое выделяется на пожаре за единицу времени.

Согласно ст.8 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» в зависимости от вида горящих материалов и веществ пожары разделены на классы А, В, С, D и подклассы А1, А2, В1, В2, D1, D2 и D3.[2]

Таблица 1 – Классификация пожаров

Обозначение класса пожара	Характеристика класса	Обозначение подкласса	Характеристика подкласса
А	Горение твердых веществ	А1	Горение твердых веществ, сопровождаемое тлением (например, дерева, бумаги, соломы, угля, текстильных изделий)
		А2	Горение твердых веществ, не сопровождаемое тлением (например, пластмассы)
В	Горение жидких веществ	В1	Горение жидких веществ, не растворимых в воде (например, бензина, эфира, нефтяного топлива)
		В2	Горение жидких веществ, растворимых в воде (например, спиртов, метанола, глицерина)
С	Горение газообразных веществ (например, бытовой газ, водопровод, пропан)		
D	Горение металлов	D1	Горение легких металлов, за исключением щелочных (например, алюминия, магния и их сплавов)
		D2	Горение щелочных и других подобных металлов (например, натрия, калия)
		D3	Горение металлосодержащих соединений (например, металлоорганических соединений, гидридов металлов)

Опасные факторы пожара (ОФП) – это такие факторы, которые при пожаре могут привести к травмам, отравлениям и даже гибели людей, а также к повреждению имущества и материальному ущербу.

Согласно статье 9 Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной без-

опасности» к опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся:

- пламя и искры;
- тепловой поток;
- повышенная температура окружающей среды;
- повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- пониженная концентрация кислорода;
- снижение видимости в дыму.

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;
- воздействие огнетушащих веществ.

Частой причиной возгорания является искра, которая с высокой скоростью перерастает в открытое пламя и несет значительные материальные убытки, уничтожает большие площади лесов, постройки и здания различного назначения и, как следствие, травмы и человеческие жертвы.

Открытый огонь поражающе действует на людей преимущественно лучистыми потоками, испускаемыми пламенем. Отсюда и ожоги различных степеней тяжести.

Повышенная температура – один из сопутствующих опасных факторов пожара. Этот фактор действует как усугубляющий, усиливая действие пламени, так и может являться отдельным опасным фактором – самостоятельным источ-

ником поражения людей и материальных ценностей. Опасность его заключается в том, что при вдыхании нагретого воздуха обжигаются верхние дыхательные пути, что в последствие приводит к удушью и смерти. Это связано с последующим нарушением деятельности сердечнососудистой системы, вследствие перегрева и интенсивного выделения солей в организме. Достаточно нескольких минут пребывания в среде с температурой 100<sup>0</sup>С, чтобы констатировать летальный исход. Вместе с действием повышенной температуры на организм человека при пожаре, отрицательное действие оказывает интенсивное инфракрасное излучение. Самыми «простыми» отрицательными воздействиями повышенной температуры на человека являются ожоги кожных покровов различных степеней.

Дым тоже является опасным фактором. Дым – это дисперсная система из продуктов горения и воздуха, состоящая из газов, паров и раскаленных частиц. Объем выделившегося дыма, его плотность и токсичность зависят от свойств горящего материала и от условий протекания процесса горения.

В дыме содержатся вещества, которые входят в состав горючих материалов. Продукты горения, которые содержатся в дыму, пагубно сказываются на дальнейшем функционировании организма. Концентрация вредных веществ в дыму может быть такой, что достаточно нескольких вдохов и смерть наступает мгновенно.

Дым затрудняет процесс эвакуации людей – теряется видимость, знаки эвакуации трудно заметны, передвижения людей становится хаотичным и неуправляемым, вследствие этого у людей начинается паника.

Пониженная концентрация кислорода относят к опасным факторам пожара. Это связано с тем, что снижение содержания кислорода в горящем здании нарушает мозговую деятельность и оказывает отрицательное воздействие на двигательные функции организма, что во многих случаях становится причиной гибели людей.

Опасным фактором пожара наряду с перечисленными является повышенная концентрация токсичных продуктов термического разложения и горения.

Из токсичных продуктов горения наиболее опасными является оксид углерода. Оксид углерода вступает в реакцию с гемоглобином крови, что приводит к интоксикации и летальному исходу.

Расчет ОФП устанавливает динамику развитие пожара, до той стадии, когда будет достигнуто предельно допустимое значение ОФП (значение ОФП, при котором его воздействие не представляет угрозы здоровью человека и угрозы ущерба имуществу).

Таблица 2 – Недопустимые значений ОФП

Опасный фактор пожара	Его критические (недопустимые) значения
Интенсивность теплового излучения	более $7,0 \text{ кВт/м}^2$
Температура	более 70 градусов Цельсия
Минимальная видимость	менее 20м
Концентрация $CO_2$	более $0.11 \text{ кг/м}^3$
Концентрация $CO$	более $1.16 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$
Концентрация $HCL$	более $2,3 \cdot 10^{-7} \text{ кг/м}^3$
Концентрация $O_2$	менее 15%

Расчет опасных факторов пожара необходимы для вычисления времени эвакуации и расчетов пожарного риска. Превышение риска над нормативными значениями ведет к отрицательным последствиям в форме возрастания пожарной опасности.

Гибель людей от опасных факторов пожара чаще происходит в жилых и общественных зданиях. К большим материальным потерям и человеческим жертвам приводят крупные пожары.

В основном, гибель людей происходит на ранних стадиях развития пожара преимущественно от удушья. Рост числа пожаров, величина материального ущерба и человеческих жертв определяется концентрацией производства, созданием новых, опасных в пожарном отношении технологий, увеличением плотности населения, уровнем оснащённости пожарных частей, несвоевременностью принятия мер и т.д.

## 1.2 Понятие пожарной тактики

Усложнение технологических процессов, увеличение площадей застройки объектов народного хозяйства повышает их пожарную опасность. В связи с этим все больше внимания уделяется совершенствованию профессионального мастерства пожарных, повышению уровня боевой готовности, гарантирующих защиту от огня собственности и имущества. [4]

Пожарная тактика – это совокупность способов и приемов тушения пожара, применяемых с учетом возможностей подразделений пожарной охраны и конкретной обстановки на пожаре. Средства тушения пожаров и люди, работающие с этими средствами, составляют материальную основу тушения пожара. Поэтому одним из важных вопросов, рассматриваемых пожарной тактикой, является тактико-технические данные пожарной техники, свойства огнетушащих средств и правила их применения, а так же способы прекращения горения.

Задачами пожарной тактики являются:

- 1) изучение сущности процессов развития и тушения пожаров, а так же установление действующих в этих процессах закономерностей;
- 2) исследование тактических возможностей подразделений пожарной охраны;
- 3) разработка способов действий подразделений;
- 4) организация тушения пожаров и управление боевыми действиями при их тушении;
- 5) организация тактической подготовки подразделений с учетом выработки определенных боевых и моральных качеств личного состава.

Составляющими тактики являются не только способы действий подразделений пожарной охраны при тушении пожаров, но и действия, связанные с подготовкой к тушению, предшествующие тушению (выезд и следование на пожар, разведка пожара, боевое развертывание), выполняемые в процессе тушения пожара, а также вопросы управления подразделениями и поддержания их в постоянной боевой готовности. [5]

## *1. Выезд и следование на пожар*

Боевые действия пожарного караула по тушению пожара начинаются с выезда и следования на пожар. Пожарное подразделение обязано прибыть к месту вызова в кратчайший срок. Другим фактором, определяющим время прибытия пожарного караула к месту вызова, являются знание района вызова, выбор кратчайшего пути следования, постоянный контроль обстановки, складывающейся на путях движения пожарных автомобилей.

При следовании к месту вызова командиром и личным составом уточняются оперативно-тактические особенности объекта, наличие и характеристика источников воды, определяются ориентировочные пути и способы прокладки рукавных линий, места установки автолестниц, а также выполняются другие работы, связанные с предстоящим тушением огня.

## *2. Разведка пожара*

Данный этап является наиболее ответственным и важным. Здесь происходит выяснение данных о пожаре, в результате которых разрабатывается эффективный план действий пожарных подразделений. Качественно проделанная разведка является критерием успеха сотрудников Государственной противопожарной службы, при тушении пожара. По прибытии к месту пожара командир пожарного подразделения должен оценить обстановку. Прежде всего, учитывается угроза для жизни людей, определяется их местонахождение, пути и способы спасания. Кроме того, следует выяснить, что горит, определить пути распространения огня, возможность взрыва, отравления, обрушения, наличие электроустановок и сетей под напряжением, а также необходимость вскрытия конструкций.

Только после выяснения всех обстоятельств командир пожарного подразделения обязан принять решение о тушении пожара. От командира пожарного подразделения требуется максимум внимания, оперативности и профессионализма: правильная и быстрая оценка обстановки во многом определяет успех дела.

При сборе сведений выясняют:

- размеры площади, охваченной огнем, направление распространения огня, а также вероятные пути его распространения;
- условия, способствующие или препятствующие распространению огня: особенности конструкций и материалов здания, его назначение, наличие пустот, вентиляции, защитных устройств;
- особые условия, усложняющие работу пожарных: наличие ЛВЖ, взрывчатых, отравляющих веществ и т. п.

Отсутствие каких-либо из перечисленных сведений не освобождает командира пожарного подразделения от принятия решения о тушении пожара, наоборот, это обязывает его активизировать ход разведки и при получении новых данных внести соответствующие коррективы в работы по тушению огня.

Практика показывает, что большинство пожаров происходит в зданиях и сооружениях, поэтому командиры и личный состав пожарных подразделений должны знать некоторые внешние признаки пожара, которые помогают им, оценить, складывающуюся обстановку, например:

- сильное пламя из оконных проемов указывает на интенсивное горение сгораемой «начинки» здания;
- закрытые окна в задымленном или горящем здании свидетельствуют об отсутствии людей или нахождении их в бессознательном состоянии;
- отслаивание бетона от арматуры и ее деформация у несущих колонн грозит возможностью обрушения;
- резкое падение высоты пламени из проемов является признаком обрушения конструкций и распространения пожара;
- заметный прогиб металлических балок говорит о разрушении заделок в стенах и появлении продольного изгиба незащищенных металлических колонн.

Кроме этого, по характерным запахам, цвету дыма и пламени, шумам можно определить, что горит и предугадать возможность распространения пожара. Знание этих и ряда других признаков позволит более оперативно принять решение в ходе разведки.

При разведке выбирают наиболее удобные и краткие пути продвижения. Командир прибывшего пожарного подразделения должен выяснить у администрации или обслуживающего персонала объекта планировку горящих зданий или сооружений, особенности технологического процесса производства, а также веществ, которые при этом применяются, и другие сведения, необходимые для принятия решения о тушении.

Вместе с тем тратить много времени на выяснение всех обстоятельств, особенно в первый момент, нельзя. Одновременно должны намечаться меры, необходимые для ликвидации пожара и спасания людей.

### *3. Спасение людей на пожаре*

Сотрудник Государственной противопожарной службы обязан незамедлительно оказывать помощь людям, которые находятся под властью опасности на пожаре. Данный пункт является главной задачей. Следовательно, первое, что должен выяснить прибывший к месту вызова командир пожарного подразделения – степень опасности для жизни людей на пожаре.

Если же наличные сил и средств, для одновременного проведения спасания и тушения недостаточно, то, безусловно, в первую очередь организуют работы по спасанию людей.

Пути и способы спасания и эвакуации людей могут быть самыми различными, как с использованием технических средств пожарной охраны, так и без их применения. Основными из них являются:

- самостоятельный выход людей в указанном безопасном направлении или их вывод под наблюдением пожарных;
- спуск спасаемых по стационарным и переносным пожарным лестницам с помощью автолестниц, коленчатых подъемников, при помощи веревок, спасательных устройств и приспособлений;
- вынос людей, не способных передвигаться самостоятельно.

Выбирая средства и способ спасания, руководитель тушения пожара должен приблизительно представлять, какое число людей предстоит спасти, а также силы, которыми он располагает в данный момент, и скорость сосредоточе-

ния дополнительно прибывающих пожарных подразделений. Это обуславливает выбор средства спасания и позволяет ориентировочно определить время, в течение которого те или иные средства могут быть подготовлены к действию.

Спасательные работы прекращаются лишь в том случае, если установлено, что нуждающихся в спасении людей в горящем здании нет.

#### *4. Боевое развертывание пожарного караула*

Боевое развертывание пожарного караула – это приведение сил и средств в состояние готовности для выполнения боевой задачи на пожаре. Оно требует слаженности номеров боевого расчета, знания ими своих обязанностей, быстроты действий, доведенных до автоматизма, максимального физического напряжения, а от руководителей – знания тактических возможностей своего подразделения и используемой техники, потому, что отдавая приказ о проведении боевого развертывания, он должен учитывать реальные возможности пожарного караула.

#### *5. Тушение пожара*

Тушение пожара является основным видом боевых действий пожарных подразделений. Успешное тушение достигается быстрым и своевременным сосредоточением и вводом в действие необходимых сил и средств на главном направлении, решительным и умелым наступлением на очаг горения. При этом большое значение имеет как умелое руководство командиров, так и правильная инициативная работа, высокое профессиональное мастерство личного состава пожарных подразделений. В этот период наиболее ярко проявляются такие качества пожарных, как мужество, смелости, решительность, находчивость, самообладание и выдержка. Успешное тушение зависит во многих случаях от своевременного введения первых стволов на основном пути распространения пожара, там, где создалась опасность людям, угроза взрыва, интенсивного распространения огня. При определении решающего направления боевых действий командир пожарного подразделения, прежде всего, должен руководствоваться следующими принципами:

– если огонь угрожает людям и спасание их невозможно без введения в действие стволов, основные силы и средства подразделений пожарной охраны сосредотачиваются для обеспечения спасательных работ;

– если горением охвачена часть объекта, и оно распространяется на другие его части или соседние строения, силы и средства сосредотачиваются и вводятся на участках, где дальнейшее распространение огня может привести к наибольшему ущербу;

– если горением охвачено отдельно стоящее здание (сооружение) и нет угрозы распространения огня на соседние объекты, основные силы и средства сосредотачиваются и вводятся в местах наиболее интенсивного горения;

– если горением охвачено здание, не представляющее особой ценности, и создалась угроза вблизи расположенному объекту, основные силы и средства сосредотачиваются и вводятся на тушение со стороны не горящего здания (сооружения);

– если создалась угроза взрыва на пожаре, то боевые силы и средства сосредотачиваются в местах, где действия подразделений обеспечат предотвращение взрыва.

Безусловно, при принятии решения руководитель тушения должен учитывать и многие другие факторы, сложившиеся в каждом конкретном случае на пожаре, но эти пять принципов должны быть основополагающими.

Приняв решение о тушении пожара, руководитель тушения должен кратко и четко сформулировать задачу, чтобы ее знал каждый командир, а через него и каждый пожарный.

Тушение большинства пожаров связано с необходимостью вскрытия и разборки конструкций. Вскрытие и разборку конструкций проводят с целью обеспечения работ по спасанию людей и эвакуации имущества; обнаружения скрытых очагов горения; наиболее успешного применения огнегасительных веществ; создания разрывов для преграждения распространения огня; удаления дыма и газов; ликвидации угрозы обрушения; проникновения к очагу пожара или внутрь здания.

Продуманные и своевременно принятые меры по вскрытию и разборке конструкций с одновременным применением огнегасительных веществ в значительной степени повышают быстроту и эффективность тушения пожара.

Предметом особого внимания пожарных в ходе тушения должно быть правильное и эффективное расходование огнетушащих средств. От того, насколько правильно выбраны вид огнетушащего вещества, интенсивность его подачи, вид стволов, во многом зависит успех тушения. Необходимо учитывать и те последствия, которые может нанести оборудованию, зданию, материальным ценностям применение тех или иных огнетушащих веществ, особенно это важно при применении для тушения воды. Анализ тушения отдельных пожаров показывает, что от неправильного и нерационального применения водяных стволов наносится значительный ущерб материальным ценностям, поэтому руководитель пожарного подразделения должен уделять постоянное внимание борьбе за эффективное и рациональное применение огнетушащих средств в ходе ликвидации пожара.

Важным этапом боевых действий пожарного подразделения при тушении пожара является его локализация. В этот период от всего личного состава требуется максимальное проявление профессионального мастерства и тактическая выучка.

Успешная локализация пожара во многом зависит от правильно выбранного решающего направления. Локализованным пожар можно считать тогда, когда распространение огня ограничено и обеспечена возможность его ликвидации имеющимися силами и средствами. От того, насколько быстро удалось ограничить распространение огня, во многом зависят размеры нанесенного ущерба.

Окончательным периодом боевых действий пожарного подразделения является ликвидация пожара. В этот период действия пожарных направлены на полную ликвидацию очагов горения. Продолжительность этого периода во многом зависит от мастерства ствольщиков, умелого маневрирования имеющимися силами и средствами, бесперебойной подачи огнетушащих средств.

Однако одной из ошибок, которую допускают иногда руководители пожарного подразделения в этот период, является снижение бдительности, а порой и полное прекращение контроля огня. Поэтому, чтобы избежать повторного возникновения пожара, руководитель тушения должен тщательно осмотреть место горения после ликвидации огня и убедиться в том, что подобная возможность полностью исключена. Если же такой убежденности нет, то необходимо на месте пожара оставить часть сил, которые обязаны наблюдать за этим местом, и прекратить возможные повторные загорания.

### **1.3 Тушение пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей**

На случай возникновения пожара в зданиях с массовым пребыванием людей их безопасность должна обеспечиваться:

1. Объемно-планировочными и конструктивными решениями путей эвакуации, рациональной планировкой помещений, продуманными направлениями эвакуации людей.[6]

2. Инженерными решениями, направленными на ограничение распространения огня и продуктов горения, быструю ликвидацию пожара в случае его возникновения (противопожарные преграды, системы противодымной защиты, установки пожаротушения и сигнализации).

3. Ограничением применения сгораемых материалов, а также материалов, способных быстро распространять горение по поверхности, для отделки помещений, через которые проходят пути движения людей (холлы, коридоры, лестницы).

4. Постоянным содержанием в надлежащем состоянии путей эвакуации и специального оборудования, позволяющих осуществить быструю и организованную эвакуацию людей в случае возникновения пожара или другой аварийной ситуации.

5. Недопущением хранения в местах постоянного нахождения людей, в подвальных помещениях зданий взрывчатых веществ, баллонов с горючими га-

зами, запасов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, других материалов и веществ, имеющих повышенную пожарную опасность.

6. Подготовленностью обслуживающего персонала к действиям на случай возникновения пожара и вынужденной эвакуации людей (своевременный вызов пожарной помощи, умение пользоваться средствами пожаротушения, оказание помощи людям при массовой эвакуации).

7. Установлением со стороны администрации объекта систематического контроля за соблюдением обслуживающим персоналом противопожарного режима, выполнением правил пожарной безопасности при проведении ремонтных и электрогазосварочных работ, в процессе эксплуатации электроустановок, приборов отопления, электроприборов, телевизоров и специальных установок.

## 2 Методика определения расчетных величин пожарного риска

Величины пожарного риска определяются в соответствии с Приказом №328 от 30 июня 2009 года «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».[7]

Настоящая методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (далее – Методика) устанавливает порядок определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях (далее – здание) и распространяется на здания классов функциональной пожарной опасности Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5.

Ф1 – здания, предназначенные для постоянного проживания и временного пребывания людей.

Ф2 – здания зрелищных и культурно-просветительных учреждений.

Ф3 – здания организаций по обслуживанию населения.

Ф4 – здания научных и образовательных учреждений, научных и проектных организаций, органов управления учреждений.

Ф5 – здания производственного или складского назначения.

Правила отнесения зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков к классам по конструктивной пожарной опасности определяются в нормативных документах по пожарной безопасности.

Расчеты по оценке пожарного риска проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с нормативным значением пожарного риска, установленного Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – Технический регламент).

Определение расчетных величин пожарного риска осуществляется на основании:

- а) анализа пожарной опасности зданий;
- б) определения частоты реализации пожароопасных ситуаций;

в) построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;

г) оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;

д) наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий.

Определение расчетных величин пожарного риска заключается в расчете индивидуального пожарного риска для жильцов, персонала и посетителей в здании. Численным выражением индивидуального пожарного риска является частота воздействия опасных факторов пожара на человека, находящегося в здании.

Частота воздействия опасных факторов пожара определяется для пожароопасной ситуации, которая характеризуется наибольшей опасностью для жизни и здоровья людей, находящихся в здании.

Для целей настоящей методики используются основные понятия, установленные статьей 2 Технического регламента.

## **2.1 Пожарный риск. Методика расчета пожарного риска**

Риск – это вероятность причинения вреда жизни и здоровью людей, нанесения ущерба имуществу и окружающей среде в результате возникновения чрезвычайной ситуации техногенного характера, пожара, аварии и инцидента.

В Федеральном законе от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» в ст. 6 прописаны «условия соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности». В соответствии с условиями, пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной, если пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом.

Пожарный риск – мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей, а допустимый пожарный риск – соответственно уровень риска, который допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий.

В настоящее время по международной договоренности принято считать, что действие техногенных опасностей (технический риск) должно находиться в пределах от  $10^{-7}$  до  $10^{-6}$  (1/год<sup>-1</sup>), а величина  $10^{-6}$  является максимально приемлемым уровнем индивидуального риска. В национальных правилах эта величина используется для оценки пожарной безопасности.[8]

На уровень пожарного риска влияют:

- вероятность возникновения пожара в здании;
- вероятность присутствия людей в здании;
- вероятность выживания людей при пожаре;
- вероятность эвакуации людей при пожаре;
- вероятность срабатывания системы автоматического пожаротушения при пожаре.

Последствия для материальных ценностей в результате пожара – это полное уничтожение конструкций здания в результате пожара, а также частичное уничтожение конструкций здания в результате пожара.

Последствия для экологии наблюдаются в виде малого или значительного ущерба окружающей среде.

Риском для людей при возникновении пожара являются проявление его опасных факторов.

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_B \leq Q_B^H, \quad (1)$$

где  $Q_B^H$  – нормативное значение индивидуального пожарного риска,

$$Q_B^H = 10^{-6} \text{ год}^{-1};$$

$Q_B$  – расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска  $Q_B$  в каждом здании рассчитывается по формуле:

$$Q_B = Q_{II} \cdot (1 - R_{A,II}) \cdot P_{III} \cdot (1 - P_{Э}) \cdot (1 - P_{II,З}), \quad (2)$$

где  $Q_{II}$  – частота возникновения пожара в здании в течение года, определяется на основании статистических данных. При наличии данных о количестве

людей в здании необходимо использовать уточненную оценку, а при их отсутствии – оценку в расчете на одно учреждение. При отсутствии статистической информации допускается принимать  $Q_{II}=4 \cdot 10^{-2}$  для каждого здания. Оценку частотных характеристик возникновения пожара также допускается выполнять исходя из статистических данных;

$R_{A.II}$  – вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения (далее – АУПТ). Значение параметра  $R_{A.II}$  определяется технической надежностью элементов АУПТ, приводимых в технической документации. При отсутствии сведений по параметрам технической надежности допускается принимать  $R_{A.II}=0,9$ . При отсутствии в здании систем автоматического пожаротушения  $R_{A.II}$  принимается равной нулю;

$P_{II.P}$  – вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения  $P_{II.P} = t_{функц}/24$ , где  $t_{функц}$  – время нахождения людей в здании в часах;

$P_{Э}$  – вероятность эвакуации людей;

$P_{II.З}$  – вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

Вероятность эвакуации  $P_{Э}$  рассчитывают по формуле:

$$P_{Э} = \begin{cases} \frac{0,8 \cdot t_{\text{ол}} - t_p}{t_{\text{нэ}}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{\text{ол}} < t_p + t_{\text{нэ}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин}; \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{\text{нэ}} \leq 0,8 \cdot t_{\text{ол}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин}; \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{\text{ол}} \text{ или } t_{\text{ск}} > 6 \text{ мин}; \end{cases}, \quad (3)$$

где  $t_p$  – расчетное время эвакуации людей, мин;

$t_{\text{нэ}}$  – время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин;

$t_{\text{ол}}$  – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), мин;

$t_{\text{ск}}$  – время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5), мин.

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  из помещений и зданий определяется на основе моделирования движения людей до выхода наружу одним из следующих способов, описанных в приложениях рассматриваемой методики:

1. По упрощенной аналитической модели движения людского потока;
2. По математической модели индивидуально-поточного движения людей из здания;
3. По имитационно-стохастической модели движения людских потоков.

Выбор способа определения расчетного времени эвакуации производится с учетом специфических особенностей объемно-планировочных решений здания, а также особенностей контингента (его однородности) людей, находящихся в нем.

При определении расчетного времени эвакуации учитываются данные и принципы составления расчетной схемы эвакуации людей, параметры движения людей различных групп мобильности, а также значения площадей горизонтальных проекций различных контингентов людей.

При проведении расчетов следует также учитывать, что при наличии двух и более эвакуационных выходов общая пропускная способность всех выходов, кроме каждого одного из них, должна обеспечить безопасную эвакуацию всех людей, находящихся в помещении, на этаже или в здании.

Время начала эвакуации  $t_{нэ}$  определяется в соответствии с данными в таблице, приложенной к настоящей методике.

Время блокирования путей эвакуации  $t_{бл}$  вычисляется путем расчета времени достижения опасных факторов пожара предельно допустимых значений на эвакуационных путях в различные моменты времени.

Вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты  $P_{пз}$ , направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей, рассчитывается по формуле:

$$P_{пз} = 1 - (1 - R_{обн} \cdot R_{СОУЭ}) \cdot (1 - R_{обн} \cdot R_{ИДЗ}), \quad (4)$$

где  $R_{обн}$  – вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации. Значение параметра  $R_{обн}$  определяется технической надежностью

элементов системы пожарной сигнализации, приводимых в технической документации. При отсутствии сведений по параметрам технической надежности допускается принимать  $R_{обн}=0,8$ ;

$R_{COVЭ}$  – условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации;

$R_{ПДЗ}$  – условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации.

## **2.2 Эвакуация. Методика расчета времени эвакуации**

Эвакуация людей – процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на людей опасных факторов пожара (ФЗ №123). Целью эвакуации людей из горящего здания является спасение людей и материальных ценностей.

Спасение представляет собой вынужденное перемещение людей наружу при воздействии на них опасных факторов пожара или при возникновении непосредственной угрозы этого воздействия. Спасение осуществляется самостоятельно, с помощью пожарных подразделений или специально обученного персонала, в том числе с использованием спасательных средств, через эвакуационные и аварийные выходы. Эвакуация осуществляется по эвакуационным путям.[9]

Путь эвакуации – последовательность коммуникационных участков, ведущих от мест пребывания людей в безопасную зону. Такой путь должен быть защищен требуемым нормами комплексом объемно-планировочных, эргономических, конструктивных и инженерно-технических решений, а также организационных мероприятий.

Эвакуационный выход – выход на путь эвакуации ведущий в безопасную при пожаре зону и отвечающий требованиям безопасности.

Эвакуации в настоящее время уделяют значительное внимание. Перед сдачей здания или помещения в эксплуатацию проводится тщательная проверка всех расчетов и соответствие результатов расчетов по эвакуации установленным значениям.

Существуют мероприятия, обеспечивающие защиту путей эвакуации:

– Объемно-планировочные: кратчайшие расстояния до эвакуационных выходов, их достаточная ширина, изоляция путей эвакуации от пожаро- и взрывоопасных помещений, возможность движения к нескольким эвакуационным выходам и т.п.

– Эргономические: назначение размеров эвакуационных путей и выходов отвечающих антропометрическим размерам людей, особенностям их движения, нормирование усилий при открывании дверей и т.п.

– Конструктивные: прочность, устойчивость и надежность конструкций эвакуационных путей и выходов, нормирование горючести отделки на путях эвакуации, перепадов высот на путях движения, размеров ступеней, уклона лестниц и пандусов и др.

– Инженерно-технические мероприятия: организация противодымной защиты, оборудование автоматическими установками пожаротушения, проектирование требуемой освещенности, размещение световых указателей, громкоговорителей системы оповещения и др.

– Организационные: обеспечение функционирования всех эвакуационных выходов при пожаре и поддержание на требуемом уровне объемно-планировочных, конструктивных, эргономических и инженерных показателей, например: предупреждение загромождения эвакуационных путей и выходов горючими материалами, а также предметами, уменьшающую их пропускную способность и т.п.

Продолжительность эвакуации людей до выхода наружу из здания определяют по протяженности путей эвакуации и пропускной способности дверей и лестниц. Расчет ведется для условий, что на путях эвакуации плотности потоков равномерны и достигают максимальных значений.

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути  $t_f$ :

$$t_p = t_{н.э} + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (5)$$

где  $t_{н.э}$  – время задержки начала эвакуации;

$t_1, t_2, t_3, t_i$  – время движения людского потока на первом и каждом из следующих после первого участкам пути, мин.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной  $L$ , и шириной  $\delta_j$ . Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п.[7]

Время движения людского потока по первому участку пути ( $t_1$ ), мин, вычисляют по формуле:

$$t_1 = \frac{L_1}{V_1}, \quad (6)$$

где  $L_1$  – длина первого участка пути, м;

$V_1$  – значение скорости движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, определяется в зависимости от относительной плотности людского потока  $D, м^2/м^2$ .

Плотность людского потока ( $D$ ) на первом участке пути, м/м, вычисляют по формуле:

$$D = \frac{N_1 \cdot f}{L_1 \cdot b_1}, \quad (7)$$

где  $N_1$  – число людей на первом участке, чел.;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая по таблице 3,  $м^2/чел.$ ;

$L_1$  и  $\delta_1$  – длина и ширина первого участка пути, м.

В таблице 3 представлены площади проекции человека, а в таблице 4 скорость движения людского потока на участках пути, следующих после первого.

Таблица 3 – Площадь проекции человека

Характеристика движущегося человека	Значение, $m^2/чел.$
Взрослый человек в домашней одежде	0,1
Взрослый человек в зимней одежде	0,125
Взрослый с ребенком на руках	0,26
Взрослый с сумкой	0,16
Взрослый с чемоданом	0,35
Подросток	0,07

Таблица 4 – Зависимость скорости и интенсивности движения от плотности людского потока

Плотность потока $D$ , $m^2/m^2$	Горизонтальный путь		Дверной проем	Лестница вниз		Лестница вверх	
	$V$ , $m/мин$	$q$ , $m/мин$	$q$ , $m/мин$	$V$ , $m/мин$	$q$ , $m/мин$	$V$ , $m/мин$	$q$ , $m/мин$
0,01	100	1,0	1,0	100	1,0	60	0,6
0,05	100	5,0	5,0	100	5,0	60	3,0
0,1	80	8,0	8,7	95	9,5	53	5,3
0,2	60	12,0	13,4	68	13,6	40	8,0
0,3	47	14,1	15,6	52	16,6	32	9,6
0,4	40	16,0	18,4	40	16,0	26	10,4
0,5	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11,0
0,6	27	16,2	19,0	24	14,4	18	10,6
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	10	10,0
0,9 и более	15	13,5	8,5	10	7,2	8	9,9

Примечание. Табличное значение интенсивности движения в дверном проеме при плотности потока 0,9 и более, равно 8,5 м/мин, установлено для дверного проема шириной 1,6 м и более.

Интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути рассчитывается по формуле:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (8)$$

где  $\delta_i$  и  $\delta_{i-1}$  – ширина рассматриваемого  $i$ -го и предшествующего ему участка пути,  $m$ ;  $q_i$  и  $q_{i-1}$  – значения интенсивности движения людского потока по рассматриваемому  $i$ -му и предшествующему участкам пути,  $m/мин$ .

Если значение  $q_i$ , определяемое по формуле 8 меньше или равно значению  $q_{max}$ , то время движения по участку пути –  $t_i$  в минуту: при этом значения  $q_{max}$ , м/мин, следует принимать по таблице интенсивности движения людей.

Таблица 5 – Интенсивность движения людей

Вид пути	Интенсивность движения, м/мин
горизонтальный	16,5
дверной проем	19,6
лестница вниз	16
лестница вверх	11

Если значение  $q_i$  определенное по формуле 8 больше  $q_{max}$ , то ширину  $\delta_i$  данного участка пути следует увеличивать на такое значение, при котором соблюдается условие:

$$q_i \leq q_{max}, \quad (9)$$

При слиянии вначале участка  $i$  двух и более людских потоков интенсивность движения  $q_i$ , м/мин, вычисляют по формуле:

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (10)$$

где  $q_{i-1}$ - интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале участка, м/мин;

$\delta_{i-1}$  – ширина участков пути слияния, м;

$\delta_i$  – ширина рассматриваемого участка пути, м.

Если значение  $q_i$  больше  $q_{max}$ , то ширину  $\delta_i$  данного участка пути следует увеличивать на такую величину, чтобы соблюдалось условие  $q_i \leq q_{max}$ .

Интенсивность движения в дверном проеме шириной менее 1,6 м определяется по формуле:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot \delta, \quad (11)$$

где  $\delta$  - ширина проема, м.

Время движения через проем определяется как частное деления количества людей в потоке на пропускную способность проема:

$$q_d = \frac{N \cdot f}{q \cdot \delta}, \quad (12)$$

### **3 Анализ пожарной опасности объекта**

Научно-техническая библиотека Томского политехнического университета (далее НТБ ТПУ) располагается в одном здании по адресу: 634034, г. Томск, ул. Белинского, 55. Площадь объекта 13860,7 м<sup>2</sup>, объем здания 65981 м<sup>3</sup>, здание трехэтажное, размеры здания 65 x 80 м, здание библиотеки соответствует 3 степени огнестойкости.

Фундамент здания – бутовый, наружные стены кирпичные, кровля битумная; перекрытия бетонные, внутренние стены и перегородки кирпичные, деревянные. Внутренняя отделка стен: окраска по штукатурке, евро-панели, евро-отделка. Горючие материалы в отделке помещений: дерево, линолеум, пластик. Пожарная нагрузка согласно паспорту безопасности здания НТБ ТПУ составляет 60 кг/м<sup>2</sup>

В здании имеется 1 главный вход и 2 запасных выхода. Состояние входов и выходов, подъездных путей удовлетворительное.

#### **3.1 Сведения о местоположении объекта**

Научно-техническая библиотека расположена на территории Кировского района города Томска на равнинной местности. Как и вся Томская область, район находится в зоне с умеренно-континентальным климатом. Средняя температура января – 20<sup>0</sup>С, июля +20<sup>0</sup>С. Количество осадков – 92 мм. Преимущественное направление ветра – северное, северо-восточное, юго-восточное.

Слева в 145 метрах расположено ЗАО «ТЭЛЗ», крупное предприятие. С ЗАО «ТЭЛЗ», постоянно вывозится продукция на автотранспорте, прибывает огромное количество транспорта со всего Западно-Сибирского региона. На расстоянии 320 м на запад от здания библиотеки расположено ЗАО «ТЭМЗ», крупное предприятие.

Фасад здания выходит на оживленную магистраль – улицу Белинского, по которой осуществляется интенсивное автомобильное движение, что создает определенные неудобства при проведении занятий и не способствует экологи-

ческому благополучию. Пешеходные переходы находятся в 130 метрах слева от здания через улицы: Усова и Белинского, и в 90 метрах справа от здания через улицы: Пирогова и Белинского.

В трех километрах от здания расположена железнодорожная станция Томск - I.

Научно-техническая библиотека – нежилое помещение 1973 года постройки.

В Научно-технической библиотеке находится 600 человек (с 8-00 до 22-00). Возраст от 18 до 50 лет, состояние людей удовлетворительное.

Места сосредоточения людей в ночное время: 1 человек (с 22-00 до 8-00) – вахта, возраст от 35 до 50 лет.

### **3.2 Система противопожарной защиты объекта**

В здании НТБ ТПУ смонтирована система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в здании, автоматическая пожарная сигнализация, извещатели типа ДИП ЗСУ, ИПД 3,1М, ИПР ЗСУ, «Легард-РИП», место расположение ПУ в помещении вахтовой службы на 1-ом этаже, порядок задействования ПУ – ручной или автоматический режим; установки пожаротушения отсутствуют, выхода оборудованы световыми табло, установки дымоудаления отсутствуют.

Водоснабжение внутреннее: общее количество пожарных кранов – 15 штук, одновременно можно задействовать 1 ПК, водоотдача сети 12 л/с, насосы повысители отсутствуют. Места расположения указаны на поэтажных планах. Водоснабжение наружное: 1 ПГ К-225 ул. Белинского, 55, расстояние 35 м; 2 ПГ К-150 ул. Пирогова, 13, расстояние 125 м.

Имеются первичные средства пожаротушения – огнетушители, в рабочем состоянии, исправны.

За прошедший год в НТБ ТПУ ни одного пожара не зафиксировано. В соответствии со статистическими данными о частоте возникновения пожаров в здании, частоту возникновения пожаров в библиотеке за год принимают равной

$1,16 \cdot 10^{-3}$ . Однако в НТБ ТПУ установлена автоматическая установка пожарной сигнализации (далее – АУПС). В момент срабатывания АУПС происходит, так называемая, реализация пожароопасной ситуации.

По данным отдела пожарной безопасности Томского политехнического университета за последний год пожарная сигнализация сработала 5 раз. Главной причиной срабатывания АУПС являлись ремонтные работы.

Тип установленной автоматической пожарной сигнализации в библиотеке соответствует требованиям ст. 13 СП 5.13130.2009. Однако, дополнительно необходимо установка автоматического пожаротушения.

### **3.3 Определение расчетного времени эвакуации людей со второго этажа НТБ ТПУ**

Как чаще всего бывает на пожаре, люди не готовы к мгновенным действиям, так как начинают паниковать, собирать вещи, некоторые входят в состояние так называемого «ступора». В НТБ ТПУ имеются и учебные аудитории, а значит количество людей, находящихся в здании днем гораздо выше, чем в обычной библиотеке.

Довольно часто пожары происходят днем, но даже светлое время суток не всегда дает полную уверенность в благополучной эвакуации людей. Не хватает пожарных расчетов и спецтехники для эвакуации пострадавших, что затягивает весь ход событий.

На рисунке 1 представлен план второго этажа Научно-технической библиотеки Томского политехнического университета.

Проведем расчет пожарной нагрузки на этаже (таблица 6): общая площадь этажа  $2772,8 \text{ м}^2$ , объем удельной пожарной нагрузки –  $171,7 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ , объем пожарной нагрузки на втором этаже составляет –  $152,6 \text{ м}^2$ . Основными составляющими пожарной нагрузки являются книги на стеллажах (стеллажи из железного каркаса или деревянные), мебель (деревянные столы, стулья, диваны), евроотделка и электрооборудование (компьютеры).

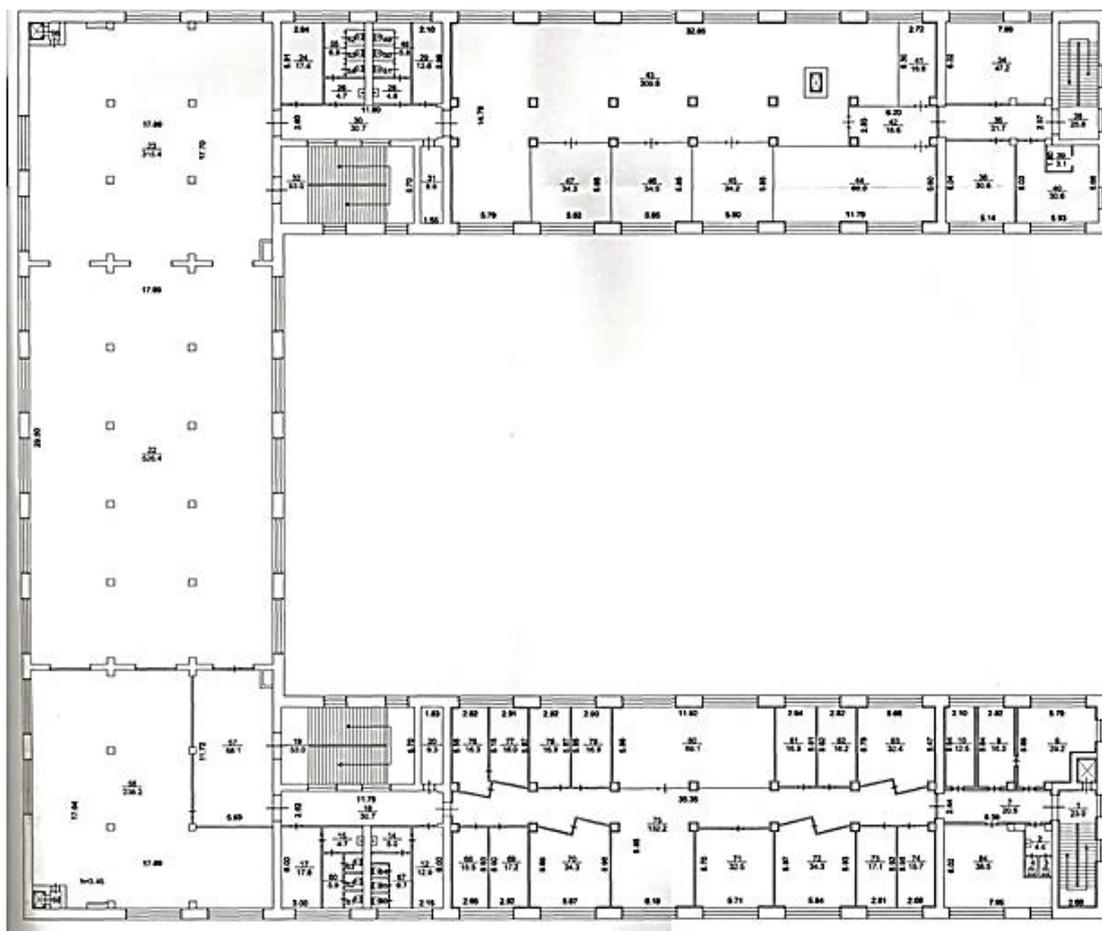


Рисунок 1 – План 2-го этажа НТБ ТПУ

Таблица 6 – Назначение и пожарная нагрузка помещений второго этажа НТБ ТПУ

№ помещения по плану	Назначение помещения	Основные составляющие пожарной нагрузки	Площадь, м <sup>2</sup>			Удельная пожарная нагрузка, МДж·м <sup>-2</sup>
			общая	основная	вспомогательная	
1	Лестничная клетка	Бетонные лестницы шириной 1,3 м	23		23	
2	Санузел		4,4		4,4	
3	Санузел		1,3		1,3	
4	Санузел		1,3		1,3	
7	Коридор	Бетонный пол, покрытый линолеумом	20,5		20,5	21

Продолжение таблицы 6

№ помещения по плану	Назначение помещения	Основные составляющие пожарной нагрузки	Площадь, м <sup>2</sup>			Удельная пожарная нагрузка, МДж·м <sup>-2</sup>
			общая	основная	вспомогательная	
8	Основное (кафедра экономики)	3 стола ДСП; 4 шкафа ДСП под документы; 6 металлических стульев обшитых тканью; линолеум; 3 тумбы ДСП; евроремонт	29,2	29,2		99,49
9	Основное (кафедра экономики)	1 стол ДСП; 1 шкаф ДСП с документами; 2 офисных кресла; линолеум; евроремонт	16,3	16,3		79,04
10	Основное (кабинет подготовки аспирантов)	1 стол ДСП; 1 шкаф с документами; 10 металлических стульев обшитых тканью; линолеум; евроремонт	12,5	12,5		64,68
12	Основное (метод. кабинет ИСГТ)	2 шкафа ДСП с документами; 2 тумбы ДСП; 3 офисных кресла; 3 стола ДСП; линолеум; 3 металлических стула; евроремонт	12,9	12,9		171,7
14	Санузел		5		5	
15	Санузел		4,7		4,7	
17	Основное (метод. кабинет ИСГТ)	4 шкафа ДСП с документами; 2 тумбы ДСП; 2 стола ДСП; линолеум; 3 металлических стула; евроремонт	17,8	17,8		90,23
18	Коридор	Бетонный пол	30,7		30,7	
19	Лестничная клетка	Бетонные лестницы шириной 2,5 м	53		53	
20	Подсобное		9,3		9,3	

Продолжение таблицы 6

№ помещения по плану	Назначение помещения	Основные составляющие пожарной нагрузки	Площадь, м <sup>2</sup>			Удельная пожарная нагрузка, МДж·м <sup>-2</sup>
			общая	основная	вспомогательная	
22	Основное (зал гуманитарной и иностранной литературы)	Ячейки для хранения вещей из ДСП 50х50 – 36 штук; 9 кожаных двухместных диванов; 40 металлических стеллажей с книгами; 80 столов из ДСП; 6 тумб из ДСП; 110 стульев металлических; шторы; линолеум; евроремонт	841,8	841,8		109,1
24	Основное	1 шкаф ДСП с документами; 2 тумбы ДСП; 2 стола ДСП; 3 стула; евроремонт	17,4	17,4		86,17
26	Санузел		4,7		4,7	
28	Санузел		4,6		4,6	
29	Основное	2 шкафа ДСП с документами; 1 тумбы ДСП; 3 стола ДСП; линолеум; 3 металлических стула; евроремонт	12,6	12,6		92,9
30	Коридор	Бетонный пол	30,7		30,7	
31	Основное		8,8	8,8		
32	Лестничная клетка	Бетонные лестницы шириной 2,5 м	53		53	
34	Основное (Центр обеспечения качества образования)	3 стола ДСП; 2 офисных кресла; 5 металлических стульев; 4 шкафа ДСП с документами; 2 ДСП тумбы	47,2	47,2		41,27
35	Коридор	Бетонный пол	21,7		21,7	

Продолжение таблицы 6

№ помещения по плану	Назначение помещения	Основные составляющие пожарной нагрузки	Площадь, м <sup>2</sup>			Удельная пожарная нагрузка, МДж·м <sup>-2</sup>
			общая	основная	вспомогательная	
36	Основное (Центр обеспечения качества образования)	3 стола ДСП; 2 офисных кресла; 7 металлических стульев; 4 шкафов ДСП с документами	30,6	30,6		48,76
38	Лестничная клетка	Бетонные лестницы шириной 1,3 м	25,6		25,6	
39	Подсобное		3,1		3,1	
40	Основное	10 столов ДСП; 4 офисных кресла; 5 стульев; 7 шкафов ДСП; 5 ДСП тумб	30,6	30,6		118,7
41	Основное (Центр программно-технологического обеспечения электронного обучения)	2 стола ДСП; 1 шкафа с документами; 5 металлических стульев обшитых тканью	16,8	16,8		113,45
42	Коридор	Бетонный пол	16,6		16,6	
43	Основное (Зал для курсового и дипломного проектирования)	35 столов ДСП; 60 офисных кресел; 3 двухместных мягких дивана; 20 деревянных стеллажей с книгами; 6 тумб ДСП; 15 металлических стульев	309,9	309,9		118,86

Продолжение таблицы 6

№ помещения по плану	Назначение помещения	Основные составляющие пожарной нагрузки	Площадь, м <sup>2</sup>			Удельная пожарная нагрузка, МДж·м <sup>-2</sup>
			общая	основная	вспомогательная	
44	Основное (компьютерный класс центра обеспечения качества образования)	15 столов ДСП; 15 офисных кресла; 7 металлических стульев; линолеум; евроремонт	66	66		84,64
45	Основное	Пластиковая отделка; 10 столов ДСП; 10 офисных стульев; линолеум	34,2	34,2		102,87
46	Основное	Пластиковая отделка; 10 столов ДСП; 10 офисных стульев; линолеум	34,5	34,5		102,87
47	Основное	Пластиковая отделка; 10 столов ДСП; 10 офисных стульев; линолеум	34,3	34,3		102,87
48	Санузел		5,8		5,8	
49	Санузел		1,5		1,5	
50	Санузел		1,5		1,5	
51	Санузел		1,5		1,5	
52	Санузел		1,4		1,4	
53	Санузел		1,4		1,4	
54	Санузел		1,4		1,4	
55	Санузел		6,9		6,9	
56	Подсобное		1,1		1,1	
57	Коридор	Бетонный пол, покрытый линолеумом; 3 деревянных шкафа с книгами; 6 мягких кресел; 3 стола ДСП;	68,1		68,1	41,09

Продолжение таблицы 6

№ помещения по плану	Назначение помещения	Основные составляющие пожарной нагрузки	Площадь, м <sup>2</sup>			Удельная пожарная нагрузка, МДж·м <sup>-2</sup>
			общая	основная	вспомогательная	
58	Основное (Абонемент художественной литературы)	22 стеллажа из металлического каркаса с книгами; 3 тумбы ДСП; 7 столов ДСП; шторы; 2 металлических стула; 2 мягких кресла; евроремонт	238,2	238,2		118,97
59	Подсобное		1,1		1,1	
60	Санузел		5,9		5,9	
61	Санузел		1,3		1,3	
62	Санузел		1,3		1,3	
63	Санузел		1,3		1,3	
64	Санузел		0,6		0,6	
65	Санузел		0,6		0,6	
66	Санузел		0,6		0,6	
67	Санузел		6,7		6,7	
68	Основное (учебная аудитория)	4 стола ДСП; 14 стульев металлических; линолеум; сайдинг по стене	15,5	15,5		67,45
69	Основное (учебная аудитория)	4 стола ДСП; 14 стульев металлических; линолеум; сайдинг по стене	17,2	17,2		62,86
70	Основное (преподавательская)	10 ДСП шкафов; 2 тумбы ДСП; 9 столов ДСП; сайдинг по стене; линолеум; евроремонт	34,3	34,3		92,71
71	Основное (кафедра экономики)	Пластиковая облицовка; 12 столов ДСП; 1 шкаф ДСП; шторы; сайдинг по стене; линолеум; 10 стульев; 2 офисных кресла; евроремонт	32,5	32,5		102,11

Приложение таблицы 6

№ помещения по плану	Назначение помещения	Основные составляющие пожарной нагрузки	Площадь, м <sup>2</sup>			Удельная пожарная нагрузка, МДж·м <sup>-2</sup>
			общая	основная	вспомогательная	
72	Основное (учебная аудитория)	6 столов ДСП; 14 стульев металлических; линолеум; сайдинг по стене; евроремонт	34,3	34,3		58,32
73	Основное (учебная аудитория)	4 стола ДСП; 1 тумба ДСП; 13 металлических стула; сайдинг на стене; линолеум; евроремонт	17,1	17,1		80,6
74	Основное (учебная аудитория)	4 стола ДСП; 1 тумба ДСП; 13 металлических стула; сайдинг на стене; линолеум; евроремонт	15,7	15,7		85,33
75	Коридор	Бетонный пол, покрытый линолеумом; облицовка стен ДСП + пластик; 10 деревянных скамеек; евроремонт	132,2		132,2	51,11
76	Основное (кафедра иностранных языков)	3 деревянных шкафа; 3 тумбы ДСП; 4 стола ДСП; сайдинг на стенах; линолеум; 2 кожаных дивана; 5 металлических стульев	16,3	16,3		119,4
77	Основное (кафедра иностранных языков)	2 деревянных шкафа; 3 тумбы ДСП; 3 стола ДСП; сайдинг на стенах; линолеум; 6 стульев	16	16		110
78	Основное (учебная аудитория)	4 стола ДСП; 1 тумба ДСП; 13 металлических стула; сайдинг на стене; линолеум	16,9	16,9		80,76

Продолжение таблицы 6

№ помещения по плану	Назначение помещения	Основные составляющие пожарной нагрузки	Площадь, м <sup>2</sup>			Удельная пожарная нагрузка, МДж·м <sup>-2</sup>
			общая	основная	вспомогательная	
79	Основное (учебная аудитория)	4 стола ДСП; 1 тумба ДСП; 13 металлических стула; сайдинг на стене; линолеум; евроремонт	16,9	16,9		80,76
80	Основное (компьютерный класс)	4 шкафа ДСП; 28 столов ДСП; 30 стульев; линолеум; 1 тумба ДСП; евроремонт	69,1	69,1		103,23
81	Основное (учебная аудитория)	4 стола ДСП; 1 тумба ДСП; 13 металлических стула; сайдинг на стене; линолеум; евроремонт	16,9	16,9		80,76
82	Основное (учебная аудитория)	4 стола ДСП; 1 тумба ДСП; 13 стульев; сайдинг на стене; линолеум; евроремонт	16,2	16,2		80,76
83	Основное (компьютерный класс кафедры иностранных языков)	13 столов ДСП; 25 стульев металлических; 2 шкафа из ДСП с книгами; линолеум; евроремонт	32,4	32,4		110,26
84	Основное (кафедра экономки)	5 столов ДСП; 6 шкафов ДСП с документы; 6 металлических стульев обшитых тканью; шторы; линолеум; 3 тумбы ДСП; евроремонт	38,5	38,5		83,65
Итого по 2-му этажу			2772,8	2246	526,8	

Определим расчетное время эвакуации людей при пожаре со второго этажа НТБ ТПУ.

Целью расчета является определение времени, в течение которого люди в случае пожара смогут покинуть второй этаж, где произошло возгорание. При этом расчётное время эвакуации людей из помещения ( $\tau_p$ , мин.) устанавливается по расчёту времени движения одного или нескольких людских потоков от наиболее удалённого места расположения людей через эвакуационные проходы к ближайшему эвакуационному выходу. Расчет проводится по трем сценариям.

**Сценарий 1.** Пожар произошел в зале гуманитарной и иностранной литературы (номер помещения в плане – 22). Площадь помещения 841,8 м<sup>2</sup>. Люди эвакуируются к эвакуационному выходу (рисунок 2). Расстояние наиболее удаленной точки от эвакуационного выхода 48 м. Количество людей, находящихся в эвакуируемом крыле 102 человека (студенты и рабочий персонал).

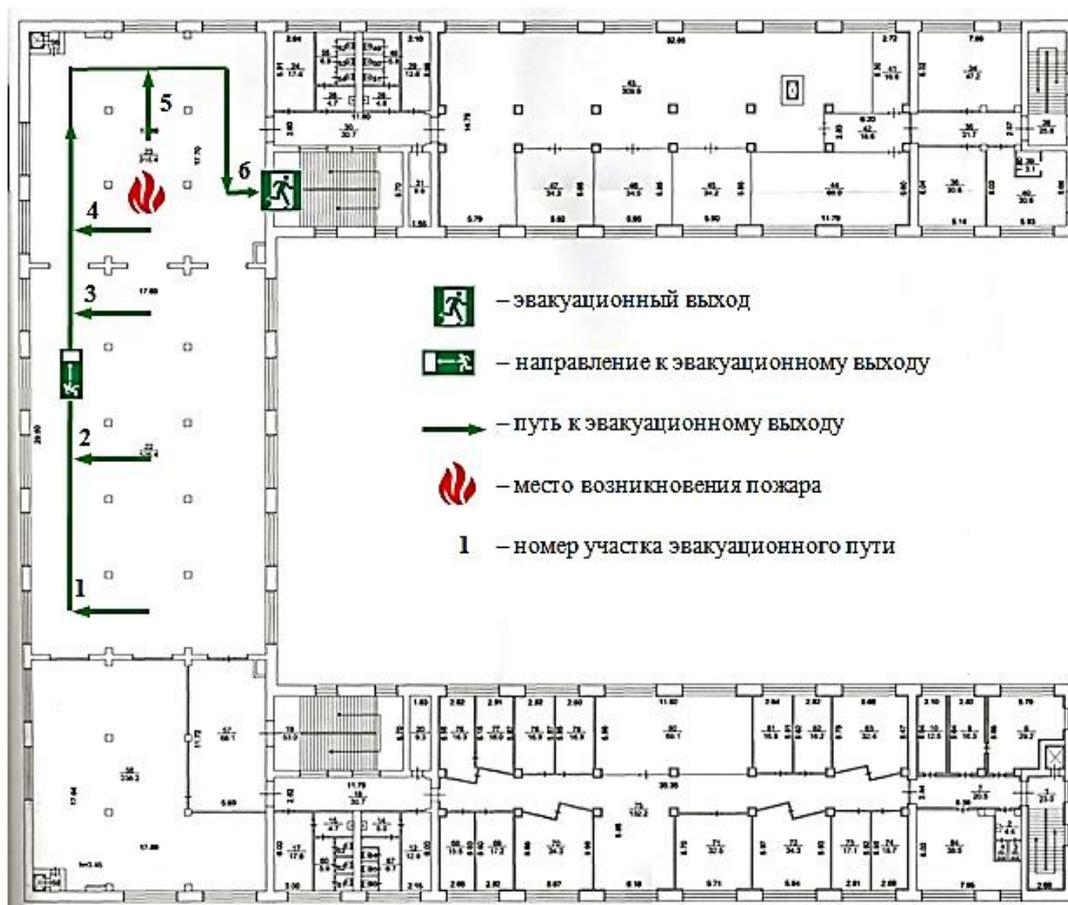


Рисунок 2 – Пути эвакуации для сценария №1

Расчет для первого участка:

$N_n = 18$  – количество человек на участке;

$l_n=48$  – длина участка, м;

$\delta_n=2$  – ширина начального участка, м;

$f=0,16\text{ м}^2/\text{чел}$  – средняя площадь проекции человека (таблица 3)

Определяем плотность людского потока:

$$D_n = \frac{N_n \cdot f}{l_n \cdot \delta_n} = \frac{18 \cdot 0,16}{48 \cdot 2} = 0,03 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_n=3$  м/мин,  $V_n=100$  м/мин.

При  $q_n=3$  м/мин  $< q_{max}=16,5$  м/мин – людской поток движется без задержек, где  $q_{max}$  – максимальное значение интенсивности движения людского потока для горизонтальных путей таблица 5.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_n = \frac{l_n}{V_n} = \frac{48}{100} = 0,48 \text{ мин}$$

Расчет для второго участка (слияние людских потоков):

$N_2=43$  чел,  $l_2=33$  м,  $\delta_2=2$  м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_2 = \frac{N_2 \cdot f}{l_2 \cdot \delta_2} = \frac{43 \cdot 0,16}{33 \cdot 2} = 0,1 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_2=8$  м/мин,  $V_2=80$  м/мин. Отсюда, выполняется условие:  $q_2=8$  м/мин  $< q_{max}=16,5$  м/мин, поэтому людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на втором участке:

$$\tau_2 = \frac{l_2}{V_2} = \frac{33}{80} = 0,41 \text{ мин}$$

Расчет для третьего участка (слияние людских потоков):

$N_3=70$  чел,  $l_3=21$  м,  $\delta_3=2$  м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_3 = \frac{N_3 \cdot f}{l_3 \cdot \delta_3} = \frac{70 \cdot 0,16}{21 \cdot 2} = 0,27 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_3=13,47$  м/мин,  $V_3=50,9$  м/мин.

Условие  $q_3=13,47$  м/мин  $< q_{max}=16,5$  м/мин – выполняется, людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на третьем участке:

$$\tau_3 = \frac{l_3}{V_3} = \frac{21}{50,9} = 0,41 \text{ мин}$$

Расчет для четвертого участка (слияние людских потоков):

$$N_4=87 \text{ чел}, l_4=15 \text{ м}, \delta_4=2 \text{ м}.$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_4 = \frac{N_4 \cdot f}{l_4 \cdot \delta_4} = \frac{87 \cdot 0,16}{15 \cdot 2} = 0,47 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_4=16,35$  м/мин,  $V_4=35,1$  м/мин. Условие  $q_4=16,35 < q_{max}=16,5$  м/мин – выполняется, движение к эвакуационному выходу проходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_4 = \frac{l_4}{V_4} = \frac{15}{35,1} = 0,43 \text{ мин}.$$

Расчет для пятого участка (слияние людских потоков):

$$N_5=102 \text{ чел}, l_5=22 \text{ м}, \delta_5=2 \text{ м}.$$

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_5 = \frac{N_5 \cdot f}{l_5 \cdot \delta_5} = \frac{102 \cdot 0,16}{22 \cdot 2} = 0,37 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_5=15,43$  м/мин,  $V_5=42,1$  м/мин. Проверяем условие:  $q_5=15,43 < q_{max}=16,5$  м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_5 = \frac{l_5}{V_5} = \frac{22}{42,1} = 0,52 \text{ мин}.$$

Определяем интенсивность движения людского потока при движении через дверной проем (6-ой участок) и время задержки людского потока в дверном проеме.

$$N_6 = 102 \text{ чел}, \delta_6 = 1,2 \text{ м.}$$

$$q_6 = \frac{q_5 \cdot \delta_5}{\delta_6} = \frac{15,43 \cdot 2}{1,2} = 25,7 \text{ м/мин},$$

где  $\delta_6 = 1,2$  – ширина дверного проема.

При  $q_6 = 25,7 \text{ м/мин} > q_{max} = 19,6 \text{ м/мин}$  – условие не выполняется, следовательно, происходит задержка людского потока, где  $q_{max}$  – максимальное значение интенсивности движения людского потока для дверных проемов таблица 5.

Определяем время задержки на шестом участке:

$$\Delta\tau_6 = N_6 \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_6 \cdot \delta_6} + \frac{1}{q_5 \cdot \delta_5 + q_n \cdot \delta_n} \right) = 102 \cdot 0,16 \cdot \left( \frac{1}{25,7 \cdot 1,2} + \frac{1}{15,43 \cdot 2 + 3 \cdot 2} \right) = 0,98 \text{ мин.}$$

Определяем расчетное время эвакуации людей из зала гуманитарной и иностранной литературы, находящегося на 2 этаже библиотеки, в случае развития пожара по сценарию №1:

$$\tau_p = \tau_n + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_6 = 0,48 + 0,41 + 0,41 + 0,43 + 0,52 + 0,98 = 3,23 \text{ мин.}$$

Следовательно, расчетное время эвакуации с зала гуманитарной и иностранной литературы, находящегося на 2 этаже библиотеки составляет 3мин14с.

**Сценарий 2.** Пожар произошел в зале для курсового и дипломного проектирования (номер помещения в плане – 43). Люди эвакуируются к эвакуационным выходам (рисунок 3). Расстояние наиболее удаленной точки от эвакуационного выхода 48 м. Количество людей, находящихся в эвакуируемом крыле 120 человек (студенты и рабочий персонал).

Расчет для первого участка:

$$N_n = 89 \text{ – количество человек на участке;}$$

$$l_n = 48 \text{ – длина участка, м;}$$

$$\delta_n = 3 \text{ – ширина начального участка, м;}$$

$f=0,16\text{ м}^2/\text{чел}$  – средняя площадь проекции человека таблица 3.

Определяем плотность людского потока:

$$D_n = \frac{N_n \cdot f}{l_n \cdot \delta_n} = \frac{89 \cdot 0,16}{48 \cdot 3} = 0,09 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

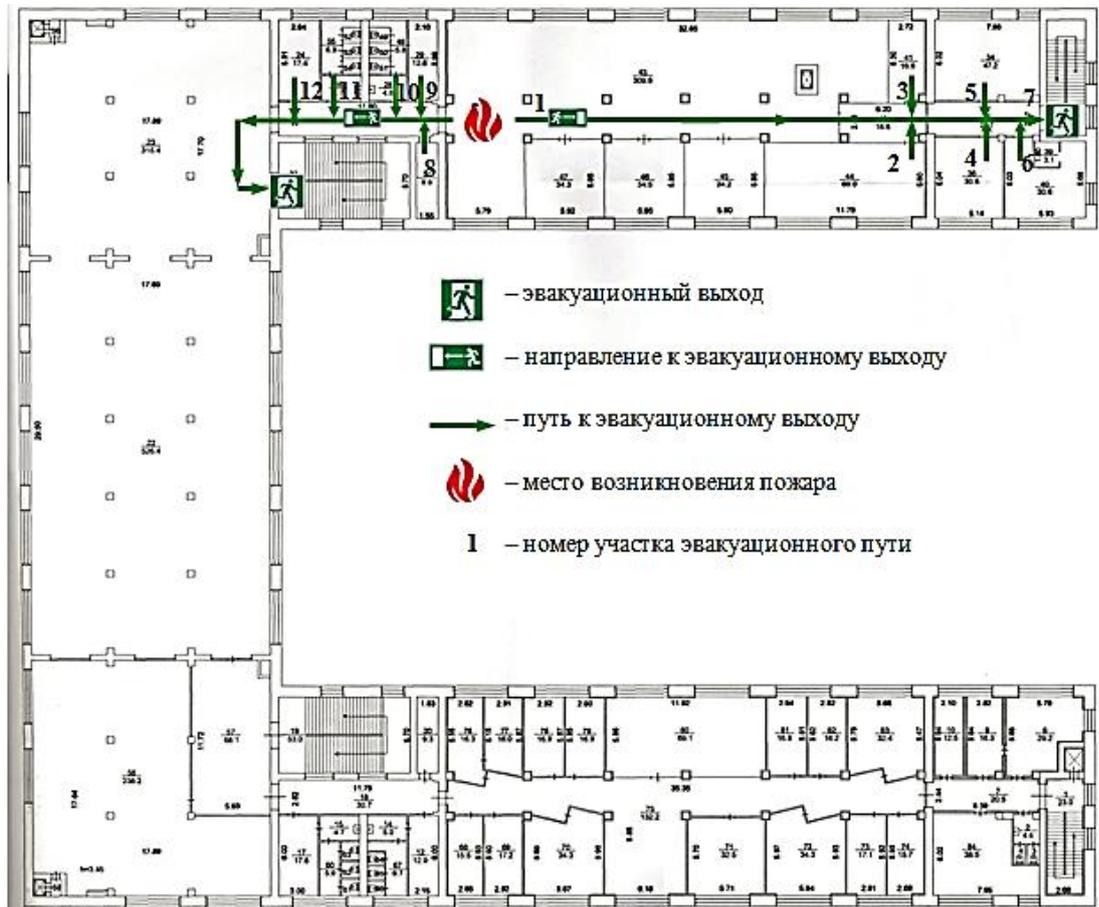


Рисунок 3 – Пути эвакуации для сценария №2

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_n=7,4$  м/мин,  $V_n=84$  м/мин.

При  $q_n=7,4$  м/мин  $< q_{max}=16,5$  м/мин – людской поток движется без задержек, где  $q_{max}$  – максимальное значение интенсивности движения людского потока для горизонтальных путей таблица 5.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_n = \frac{l_n}{V_n} = \frac{48}{84} = 0,57 \text{ мин.}$$

Расчет для второго участка (слияние людских потоков):

$N_2=104$  чел,  $l_2=17$  м,  $\delta_2=2,6$  м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_2 = \frac{N_2 \cdot f}{l_2 \cdot \delta_2} = \frac{104 \cdot 0,16}{17 \cdot 2,6} = 0,38 \frac{м^2}{м^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_2 = 15,62$  м/мин,  $V_2 = 41,4$  м/мин. Отсюда, выполняется условие:  $q_2 = 15,62$  м/мин  $< q_{max} = 16,5$  м/мин, поэтому людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на втором участке:

$$\tau_2 = \frac{l_2}{V_2} = \frac{17}{41,4} = 0,41 \text{ мин.}$$

Расчет для третьего участка (слияние людских потоков):

$$N_3 = 106 \text{ чел, } l_3 = 13 \text{ м, } \delta_3 = 2,6 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_3 = \frac{N_3 \cdot f}{l_3 \cdot \delta_3} = \frac{106 \cdot 0,16}{13 \cdot 2,6} = 0,5 \frac{м^2}{м^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_3 = 16,5$  м/мин,  $V_3 = 33$  м/мин.

Условие  $q_3 = 16,5$  м/мин  $= q_{max} = 16,5$  м/мин – выполняется, людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на третьем участке:

$$\tau_3 = \frac{l_3}{V_3} = \frac{13}{33} = 0,39 \text{ мин.}$$

Расчет для четвертого участка (слияние людских потоков):

$$N_4 = 108 \text{ чел, } l_4 = 11 \text{ м, } \delta_4 = 2,6 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_4 = \frac{N_4 \cdot f}{l_4 \cdot \delta_4} = \frac{108 \cdot 0,16}{11 \cdot 2,6} = 0,6 \frac{м^2}{м^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_4 = 16,3$  м/мин,  $V_4 = 28$  м/мин. Условие  $q_4 = 16,3 < q_{max} = 16,5$  м/мин – выполняется, движение к эвакуационному выходу проходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_4 = \frac{l_4}{V_4} = \frac{11}{28} = 0,39 \text{ мин.}$$

Расчет для пятого участка (слияние людских потоков):

$$N_5 = 112 \text{ чел, } l_5 = 11 \text{ м, } \delta_5 = 2,6 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_5 = \frac{N_5 \cdot f}{l_5 \cdot \delta_5} = \frac{112 \cdot 0,16}{11 \cdot 2,6} = 0,63 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_5 = 16,24$  м/мин,  $V_5 = 26,5$  м/мин. Проверяем условие:  $q_5 = 16,24 < q_{max} = 16,5$  м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_5 = \frac{l_5}{V_5} = \frac{11}{26,5} = 0,42 \text{ мин.}$$

Расчет для шестого участка (слияние людских потоков):

$$N_6 = 114 \text{ чел, } l_6 = 6 \text{ м, } \delta_6 = 2,6 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_6 = \frac{N_6 \cdot f}{l_6 \cdot \delta_6} = \frac{114 \cdot 0,16}{6 \cdot 2,6} = 1,2 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_6 = 13,5$  м/мин,  $V_6 = 15$  м/мин. Проверяем условие:  $q_6 = 13,5 < q_{max} = 16,5$  м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_6 = \frac{l_6}{V_6} = \frac{6}{15} = 0,4 \text{ мин.}$$

Определяем интенсивность движения людского потока при движении через дверной проем (7-ой участок) и время задержки людского потока в дверном проеме.

$$N_7 = 114 \text{ чел, } \delta_7 = 1,2 \text{ м.}$$

$$q_7 = \frac{q_6 \cdot \delta_6}{\delta_7} = \frac{13,5 \cdot 2,6}{1,2} = 29,25 \text{ м/мин},$$

где  $\delta_7=1,2$  – ширина дверного проема.

При  $q_7 = 29,25 \text{ м/мин} > q_{max} = 19,6 \text{ м/мин}$  – условие не выполняется, следовательно происходит задержка людского потока, где  $q_{max}$  – максимальное значение интенсивности движения людского потока для дверных проемов таблица 5.

Определяем время задержки на седьмом участке:

$$\Delta\tau_7 = N_7 \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_7 \cdot \delta_7} + \frac{1}{q_6 \cdot \delta_6 + q_n \cdot \delta_n} \right) = 114 \cdot 0,16 \cdot \left( \frac{1}{29,25 \cdot 1,2} + \frac{1}{13,5 \cdot 2,6 + 7,4 \cdot 3} \right) = 0,91 \text{ мин.}$$

Согласно ген. плану в помещениях 24,26,28,29,31 людей в момент пожара нет, поэтому расчет для направления эвакуации 8,9,10,11,12 не производим.

Определяем расчетное время эвакуации людей с зала для курсового и дипломного проектирования, находящегося на 2 этаже библиотеки, в случае развития пожара по сценарию №2:

$$\tau_p = \tau_n + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_6 + \tau_7 = 0,57 + 0,41 + 0,39 + 0,39 + 0,42 + 0,4 + 0,91 = 3,49 \text{ мин.}$$

Следовательно, расчетное время эвакуации из зала для курсового и дипломного проектирования, находящегося на 2 этаже библиотеки составляет 3мин30с.

**Сценарий 3.** Пожар произошел в левом крыле здания в учебной аудитории во время занятий (номер помещения по плану – 69). В рассматриваемом крыле расположены учебные аудитории, в которых в среднем находятся 15 человек. Люди эвакуируются к эвакуационным выходам (рисунок 4). Расстояния от наиболее удаленной точки до эвакуационного выхода 46 м. Число эвакуируемых составляет 175 человека (студенты в учебных аудиториях и сотрудники).

Согласно ген. плану в помещениях 2, 14, 15, 20 людей в момент пожара нет, поэтому расчет для направления эвакуации 4, 5, 6, 23 не производим.

Расчет для первого участка:

$N_n=6$  – количество человек на участке;

$l_n=18$  – длина участка, м;

$\delta_n=2,5$  – ширина начального участка, м;

$f=0,16\text{ м}^2/\text{чел}$  – средняя площадь проекции человека таблица 3.

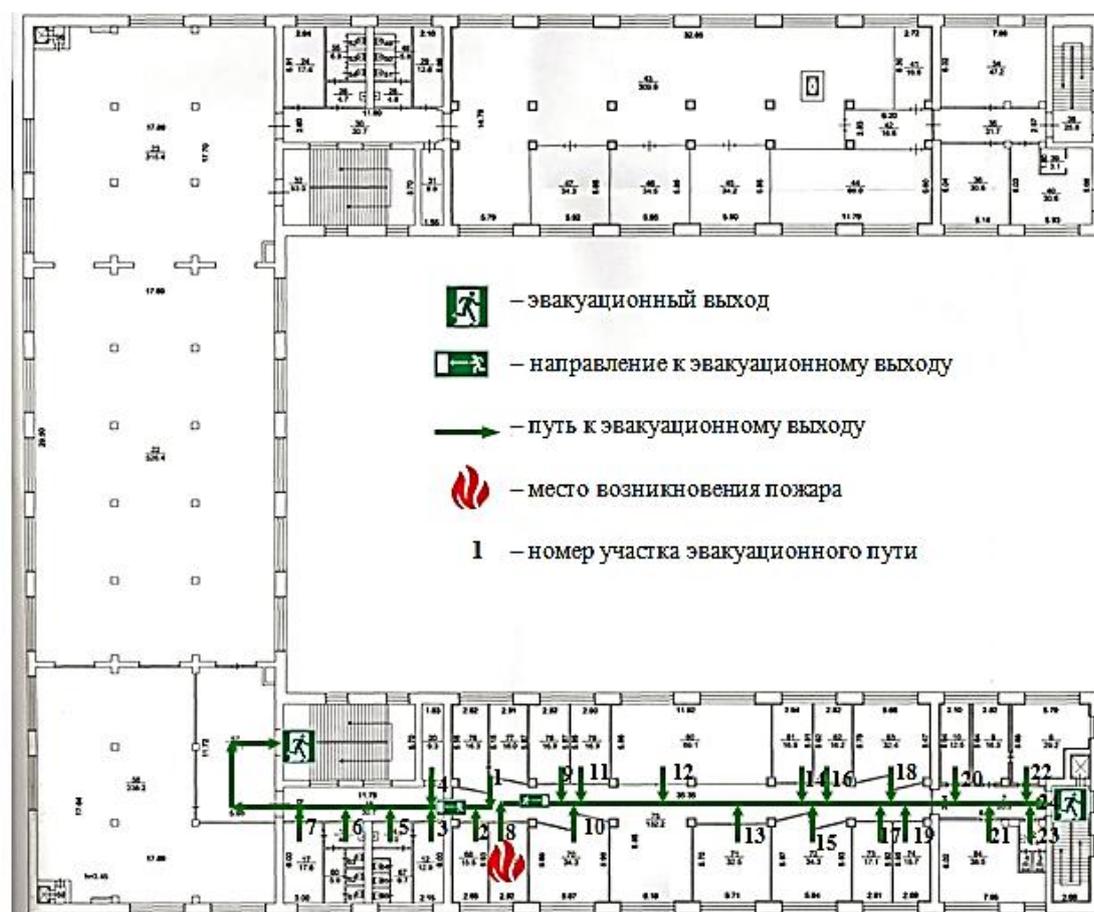


Рисунок 4 – Пути эвакуации для сценария №3

Определяем плотность людского потока:

$$D_n = \frac{N_n \cdot f}{l_n \cdot \delta_n} = \frac{6 \cdot 0,16}{18 \cdot 2,5} = 0,02 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_n=2$  м/мин,  $V_n=100$  м/мин.

При  $q_n=2$  м/мин  $< q_{max}=16,5$  м/мин – людской поток движется без задержек, где  $q_{max}$  – максимальное значение интенсивности движения людского потока для горизонтальных путей таблица 5.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_n = \frac{l_n}{V_n} = \frac{18}{100} = 0,18 \text{ мин.}$$

Расчет для второго участка (слияние людских потоков):

$N_2=19$  чел;  $l_2=17$  м;  $\delta_2=2,5$  м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_2 = \frac{N_2 \cdot f}{l_2 \cdot \delta_2} = \frac{19 \cdot 0,16}{17 \cdot 2,5} = 0,07 \frac{м^2}{м^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_2=6,2$  м/мин,  $V_2=92$  м/мин. Отсюда, выполняется условие:  $q_2=6,2$  м/мин  $< q_{max}=16,5$  м/мин, поэтому людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на втором участке:

$$\tau_2 = \frac{l_2}{V_2} = \frac{17}{92} = 0,18 \text{ мин.}$$

Расчет для третьего участка (слияние людских потоков):

$N_3=22$  чел,  $l_3=12$  м,  $\delta_3=2,5$  м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_3 = \frac{N_3 \cdot f}{l_3 \cdot \delta_3} = \frac{22 \cdot 0,16}{12 \cdot 2,5} = 0,12 \frac{м^2}{м^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_3=8,8$  м/мин,  $V_3=76$  м/мин.

Условие  $q_3=8,8$  м/мин  $= q_{max}=16,5$  м/мин – выполняется, людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на третьем участке:

$$\tau_3 = \frac{l_3}{V_3} = \frac{12}{76} = 0,16 \text{ мин.}$$

Расчет для седьмого участка (слияние людских потоков):

$N_7=25$  чел,  $l_7=7$  м,  $\delta_7=2,5$  м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_7 = \frac{N_7 \cdot f}{l_7 \cdot \delta_7} = \frac{25 \cdot 0,16}{7 \cdot 2,5} = 0,23 \frac{м^2}{м^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_7=12,63$  м/мин,  $V_7=56,1$  м/мин. Условие  $q_7=12,63 < q_{max}=16,5$  м/мин – выполняется, движение к эвакуационному выходу проходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_7 = \frac{l_7}{V_7} = \frac{7}{56,1} = 0,12 \text{ мин.}$$

Расчет для восьмого участка (слияние людских потоков):

$$N_8 = 12 \text{ чел, } l_8 = 46 \text{ м, } \delta_8 = 3 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_8 = \frac{N_8 \cdot f}{l_8 \cdot \delta_8} = \frac{12 \cdot 0,16}{46 \cdot 3} = 0,01 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_8 = 1$  м/мин,  $V_8 = 100$  м/мин. Проверяем условие:  $q_8 = 1 < q_{max} = 16,5$  м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_8 = \frac{l_8}{V_8} = \frac{46}{100} = 0,46 \text{ мин.}$$

Расчет для девятого участка (слияние людских потоков):

$$N_9 = 24 \text{ чел, } l_9 = 41 \text{ м, } \delta_9 = 3 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_9 = \frac{N_9 \cdot f}{l_9 \cdot \delta_9} = \frac{24 \cdot 0,16}{41 \cdot 3} = 0,03 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_9 = 3$  м/мин,  $V_9 = 100$  м/мин. Проверяем условие:  $q_9 = 3 < q_{max} = 16,5$  м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_9 = \frac{l_9}{V_9} = \frac{41}{100} = 0,41 \text{ мин.}$$

Расчет для десятого участка (слияние людских потоков):

$$N_{10} = 27 \text{ чел; } l_{10} = 36 \text{ м; } \delta_2 = 3 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_{10} = \frac{N_{10} \cdot f}{l_{10} \cdot \delta_{10}} = \frac{27 \cdot 0,16}{36 \cdot 3} = 0,04 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{10} = 4$  м/мин,  $V_{10} = 100$  м/мин. Отсюда, выполняется условие:  $q_{10} = 4$  м/мин  $< q_{max} = 16,5$  м/мин, поэтому людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на втором участке:

$$\tau_{10} = \frac{l_{10}}{V_{10}} = \frac{36}{100} = 0,36 \text{ мин.}$$

Расчет для одиннадцатого участка (слияние людских потоков):

$$N_{11} = 39 \text{ чел, } l_{11} = 35 \text{ м, } \delta_3 = 3 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_{11} = \frac{N_{11} \cdot f}{l_{11} \cdot \delta_{11}} = \frac{39 \cdot 0,16}{35 \cdot 3} = 0,06 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{11} = 6,2$  м/мин,  $V_{11} = 92$  м/мин.

Условие  $q_{11} = 6,2$  м/мин  $= q_{max} = 16,5$  м/мин – выполняется, людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на третьем участке:

$$\tau_{11} = \frac{l_{11}}{V_{11}} = \frac{35}{92} = 0,38 \text{ мин.}$$

Расчет для двенадцатого участка (слияние людских потоков):

$$N_{12} = 55 \text{ чел, } l_{12} = 28 \text{ м, } \delta_7 = 3 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_{12} = \frac{N_{12} \cdot f}{l_{12} \cdot \delta_{12}} = \frac{55 \cdot 0,16}{28 \cdot 3} = 0,1 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{12} = 8$  м/мин,  $V_{12} = 80$  м/мин. Условие  $q_{12} = 8 < q_{max} = 16,5$  м/мин – выполняется, движение к эвакуационному выходу проходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_{12} = \frac{l_{12}}{V_{12}} = \frac{28}{80} = 0,35 \text{ мин.}$$

Расчет для тринадцатого участка (слияние людских потоков):

$$N_{13}=59 \text{ чел}, l_{13}=22 \text{ м}, \delta_{13}=3 \text{ м}.$$

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_{13} = \frac{N_{13} \cdot f}{l_{13} \cdot \delta_{13}} = \frac{59 \cdot 0,16}{22 \cdot 3} = 0,14 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{13}=9,6$  м/мин,  $V_{13}=72$  м/мин. Проверяем условие:  $q_{13}=9,6 < q_{max}=16,5$  м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_{13} = \frac{l_{13}}{V_{13}} = \frac{22}{72} = 0,31 \text{ мин.}$$

Расчет для четырнадцатого участка (слияние людских потоков):

$$N_{14}=71 \text{ чел}, l_{14}=19 \text{ м}, \delta_{14}=3 \text{ м}.$$

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_{14} = \frac{N_{14} \cdot f}{l_{14} \cdot \delta_{14}} = \frac{71 \cdot 0,16}{19 \cdot 3} = 0,2 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{14}=12$  м/мин,  $V_{14}=60$  м/мин. Проверяем условие:  $q_{14}=12 < q_{max}=16,5$  м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_{14} = \frac{l_{14}}{V_{14}} = \frac{19}{60} = 0,32 \text{ мин.}$$

Расчет для пятнадцатого участка (слияние людских потоков):

$$N_{15}=83 \text{ чел}, l_{15}=18 \text{ м}, \delta_{15}=3 \text{ м}.$$

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_{15} = \frac{N_{15} \cdot f}{l_{15} \cdot \delta_{15}} = \frac{83 \cdot 0,16}{18 \cdot 3} = 0,25 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{15} = 13,05$  м/мин,  $V_{15} = 53,5$  м/мин. Проверяем условие:  $q_{15} = 13,05 < q_{max} = 16,5$  м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_{15} = \frac{l_{15}}{V_{15}} = \frac{18}{53,5} = 0,34 \text{ мин.}$$

Расчет для шестнадцатого участка (слияние людских потоков):

$$N_{16} = 95 \text{ чел; } l_{16} = 15 \text{ м; } \delta_{16} = 3 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_{16} = \frac{N_{16} \cdot f}{l_{16} \cdot \delta_{16}} = \frac{95 \cdot 0,16}{15 \cdot 3} = 0,34 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{16} = 14,86$  м/мин,  $V_{16} = 44,2$  м/мин. Отсюда, выполняется условие:  $q_{16} = 14,86$  м/мин  $< q_{max} = 16,5$  м/мин, поэтому людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на втором участке:

$$\tau_{16} = \frac{l_{16}}{V_{16}} = \frac{15}{44,2} = 0,34 \text{ мин.}$$

Расчет для семнадцатого участка (слияние людских потоков):

$$N_{17} = 107 \text{ чел, } l_{17} = 12 \text{ м, } \delta_{17} = 3 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_{17} = \frac{N_{17} \cdot f}{l_{17} \cdot \delta_{17}} = \frac{107 \cdot 0,16}{12 \cdot 3} = 0,48 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{17} = 16,4$  м/мин,  $V_{17} = 34,4$  м/мин.

Условие  $q_{17} = 16,4$  м/мин  $= q_{max} = 16,5$  м/мин – выполняется, людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на третьем участке:

$$\tau_{17} = \frac{l_{17}}{V_{17}} = \frac{12}{34,4} = 0,35 \text{ мин.}$$

Расчет для восемнадцатого участка (слияние людских потоков):

$$N_{18}=119 \text{ чел}, l_{18}=12 \text{ м}, \delta_7=3 \text{ м}.$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_{18} = \frac{N_{18} \cdot f}{l_{18} \cdot \delta_{18}} = \frac{119 \cdot 0,16}{12 \cdot 3} = 0,53 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{18} = 16,41$  м/мин,  $V_{18} = 31,2$  м/мин. Условие  $q_{18} = 16,41 < q_{max} = 16,5$  м/мин – выполняется, движение к эвакуационному выходу проходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_{18} = \frac{l_{18}}{V_{18}} = \frac{12}{31,2} = 0,38 \text{ мин}.$$

Расчет для девятнадцатого участка (слияние людских потоков):

$$N_{19}=131 \text{ чел}, l_{19}=11 \text{ м}, \delta_{19}=3 \text{ м}.$$

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_{19} = \frac{N_{19} \cdot f}{l_{19} \cdot \delta_{19}} = \frac{131 \cdot 0,16}{11 \cdot 3} = 0,64 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{19} = 16,22$  м/мин,  $V_{19} = 26$  м/мин. Проверяем условие:  $q_{19} = 16,22 < q_{max} = 16,5$  м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_{19} = \frac{l_{19}}{V_{19}} = \frac{11}{26} = 0,42 \text{ мин}.$$

Расчет для двадцатого участка (слияние людских потоков):

$$N_{20}=143 \text{ чел}, l_{20}=8 \text{ м}, \delta_{20}=3 \text{ м}.$$

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_{20} = \frac{N_{20} \cdot f}{l_{20} \cdot \delta_{20}} = \frac{143 \cdot 0,16}{8 \cdot 3} = 0,95 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{20} = 13,5$  м/мин,  $V_{20} = 15$  м/мин. Проверяем условие:  $q_{20} = 13,5 < q_{max} = 16,5$  м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_{20} = \frac{l_{20}}{V_{20}} = \frac{8}{15} = 0,53 \text{ мин.}$$

Расчет для двадцать первого участка (слияние людских потоков):

$$N_{21} = 146 \text{ чел, } l_{21} = 7 \text{ м, } \delta_{21} = 3 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_{21} = \frac{N_{21} \cdot f}{l_{21} \cdot \delta_{21}} = \frac{146 \cdot 0,16}{7 \cdot 3} = 1,1 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{21} = 13,5$  м/мин,  $V_{21} = 15$  м/мин. Условие  $q_{21} = 13,5 < q_{max} = 16,5$  м/мин – выполняется, движение к эвакуационному выходу проходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_{21} = \frac{l_{21}}{V_{21}} = \frac{7}{15} = 0,47 \text{ мин.}$$

Расчет для двадцать второго участка (слияние людских потоков):

$$N_{22} = 150 \text{ чел, } l_{22} = 5 \text{ м, } \delta_{22} = 3 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_{22} = \frac{N_{22} \cdot f}{l_{22} \cdot \delta_{22}} = \frac{150 \cdot 0,16}{5 \cdot 3} = 1,6 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{22} = 13,5$  м/мин,  $V_{22} = 15$  м/мин. Проверяем условие:  $q_{22} = 13,5 < q_{max} = 16,5$  м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_{22} = \frac{l_{22}}{V_{22}} = \frac{5}{15} = 0,33 \text{ мин.}$$

Определяем интенсивность движения людского потока при движении через дверной проем (24-тый участок) и время задержки людского потока в дверном проеме.

$$N_{24} = 150 \text{ чел}, \delta_{24} = 1,2 \text{ м.}$$

$$q_{24} = \frac{q_{22} \cdot \delta_{22}}{\delta_{24}} = \frac{13,5 \cdot 3}{1,2} = 33,75 \text{ м/мин},$$

где  $\delta_{24} = 1,2$  – ширина дверного проема.

При  $q_{24} = 33,75 \text{ м/мин} > q_{max} = 19,6 \text{ м/мин}$  – условие не выполняется, следовательно происходит задержка людского потока, где  $q_{max}$  – максимальное значение интенсивности движения людского потока для дверных проемов таблица 5.

Определяем время задержки на седьмом участке:

$$\Delta \tau_{24} = N_{24} \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{24} \cdot \delta_{24}} + \frac{1}{q_{22} \cdot \delta_{22} + q_n \cdot \delta_n} \right) = 150 \cdot 0,16 \cdot \left( \frac{1}{33,75 \cdot 1,2} + \frac{1}{13,5 \cdot 3 + 2 \cdot 2,5} \right) = 0,96 \text{ мин.}$$

Определяем расчетное время эвакуации людей из левого крыла 2-го этажа библиотеки, в случае развития пожара по сценарию №3:

$$\begin{aligned} \tau_p &= \tau_n + \tau_2 + \tau_3 + \tau_7 + \tau_8 + \tau_9 + \tau_{10} + \tau_{11} + \tau_{12} + \tau_{13} + \tau_{14} + \tau_{15} + \tau_{16} + \tau_{17} + \tau_{18} + \\ &\tau_{19} + \tau_{20} + \tau_{21} + \tau_{22} + \tau_{24} = 0,18 + 0,18 + 0,16 + 0,12 + 0,46 + 0,41 + 0,36 + 0,38 + 0,35 + \\ &0,31 + 0,32 + 0,34 + 0,34 + 0,35 + 0,38 + 0,42 + 0,53 + 0,47 + 0,33 + 0,96 = 7,35 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Следовательно, расчетное время эвакуации из левого крыла 2-го этажа библиотеки составляет 7мин21с.

Проведем расчет времени эвакуации людей из библиотеки при слиянии потоков со второго и третьего этажей

Таблица 7 – Расчетное время эвакуации людей со 2-го и 3-го этажей

№ п/п	2 этаж		3 этаж	
	Численность	Время	Численность	Время
1	102	3,23	83	7,45
2	120	3,49	59	3,21
3	175	7,35	154	18,56

При рассмотрении всех трех сценариев пожара для второго этажа следует учесть слияние потоков с эвакуируемыми людьми с третьего этажа, которое может произойти на лестничной клетке. В связи с этим необходимо произвести перерасчет времени эвакуации для второго этажа, так как слияние двух потоков людей затруднит эвакуацию, увеличит время задержки и как следствие все расчетное время эвакуации для второго этажа.

**Сценарий 1.** Для данного сценария численность эвакуируемых людей при слиянии двух потоков возрастет на 83 человека. Произведем расчет времени задержки людей на лестничной клетке.

$$N_c = 185 \text{ чел}, l_c = 11 \text{ м}, \delta_c = 2,5 \text{ м}.$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_c = \frac{N_c \cdot f}{l_c \cdot \delta_c} = \frac{185 \cdot 0,16}{11 \cdot 2,5} = 1,08 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_c = 7,2$  м/мин,  $V_c = 8$  м/мин. Условие  $q_c = 7,2 < q_{max} = 16$  м/мин – значение интенсивности для движения по лестнице вниз, выполняется, следовательно, без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_c = \frac{l_c}{V_c} = \frac{11}{8} = 1,38 \text{ мин}.$$

$$\tau_{pn} = \tau_p + \tau_c = 3,23 + 1,38 = 4,61 \text{ мин}.$$

Следовательно, расчетное время эвакуации людей со 2-го этажа для первого сценария составляет 4мин37с.

**Сценарий 2.** Для данного сценария численность эвакуируемых людей при слиянии двух потоков возрастет на 59 человек. Произведем расчет времени задержки людей на лестничной клетке.

$$N_c = 179 \text{ чел}, l_c = 11 \text{ м}, \delta_c = 2,5 \text{ м}.$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_c = \frac{N_c \cdot f}{l_c \cdot \delta_c} = \frac{179 \cdot 0,16}{11 \cdot 2,5} = 1,04 \frac{м^2}{м^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_c = 7,2$  м/мин,  $V_c = 8$  м/мин. Условие  $q_c = 7,2 < q_{max} = 16$  м/мин – значение интенсивности для движения по лестнице вниз, выполняется, следовательно, без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_c = \frac{l_c}{V_c} = \frac{11}{8} = 1,38 \text{ мин.}$$

$$\tau_{p_n} = \tau_p + \tau_c = 3,49 + 1,38 = 4,87 \text{ мин.}$$

Следовательно, расчетное время эвакуации людей со 2-го этажа для второго сценария составляет 4мин52с.

**Сценарий 3.** При расчете данного сценария люди эвакуируются по двум эвакуационным выходам, следовательно, увеличение людей на каждый выход составит 100 и 54 соответственно. Произведем расчет времени задержки людей на лестничной клетке.

$$N_{c1} = 79 \text{ чел, } l_{c1} = 11 \text{ м, } \delta_{c1} = 2,5 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_{c1} = \frac{N_{c1} \cdot f}{l_{c1} \cdot \delta_{c1}} = \frac{79 \cdot 0,16}{11 \cdot 2,5} = 0,5 \frac{м^2}{м^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{c1} = 15,6$  м/мин,  $V_{c1} = 31$  м/мин. Условие  $q_{c1} = 15,6 < q_{max} = 16$  м/мин – значение интенсивности для движения по лестнице вниз, выполняется, следовательно, без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_{c1} = \frac{l_{c1}}{V_{c1}} = \frac{11}{31} = 0,35 \text{ мин.}$$

$$N_{c2} = 250 \text{ чел, } l_{c2} = 11 \text{ м, } \delta_{c2} = 2,5 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_{c2} = \frac{N_{c2} \cdot f}{l_{c2} \cdot \delta_{c2}} = \frac{250 \cdot 0,16}{11 \cdot 2,5} = 1,5 \frac{м^2}{м^2}$$

По таблице 4 определяем интенсивность движения людского потока и его скорость:  $q_{c2} = 7,2$  м/мин,  $V_{c2} = 8$  м/мин. Условие  $q_{c2} = 7,2 < q_{max} = 16$  м/мин – значение интенсивности для движения по лестнице вниз, выполняется, следовательно, без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_{c2} = \frac{l_{c2}}{V_{c2}} = \frac{11}{8} = 1,38 \text{ мин.}$$

$$\tau_{pн} = \tau_p + \tau_{c1} + \tau_{c2} = 7,35 + 0,35 + 1,38 = 9,08 \text{ мин.}$$

Следовательно, расчетное время эвакуации людей со 2-го этажа для третьего сценария составляет 9мин5с.

В результате произведенных расчетов можно сделать вывод, что наиболее опасным является сценарий №3. По данному сценарию эвакуируется наибольшее количество людей 175, а при слиянии потоков с людьми с третьего этажа, цифра возрастает до 250.

### 3.4 Определение критической продолжительности пожара и необходимого времени эвакуации

Принимаем пожароопасные свойства пожарной нагрузки в помещениях эквивалентными мебели в библиотеках и архивах:

Таблица 8 – Пожароопасные свойства пожарной нагрузки

Параметр	Обозначение	Значение
Начальная температура воздуха в помещении	$t_0$	$25^0C$
Низшая теплота сгорания книг на стеллажах	$Q$	13,4 $МДж \cdot кг^{-1}$
Удельная массовая скорость выгорания	$\psi$	$16,7 \cdot 10^{-3}$ $кг \cdot м^2 \cdot с^{-1}$
Удельная изобарная теплоемкость газа	$C_p$	0,001068 $МДж/кг \cdot К$
Коэффициент теплопотерь	$\phi$	0,6

Продолжение таблицы 8

Параметр	Обозначение	Значение
Коэффициент полноты горения	$\eta$	0,95
Свободный объем помещения	$V$	673,44 м <sup>3</sup>
Коэффициент отражения предметов на путях эвакуации	$\alpha$	0,3
Начальная освещенность	$E$	50лк
Предельная дальность видимости в дыму	$I_{np}$	20 м
Дымообразующая способность горящего материала	$D_m$	49,5 Нп·м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>
Удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала	$L_{CO_2}$	1,478 кг/кг
Удельный расход углекислого газа	$L_{CO}$	0,03 кг/кг
Удельный расход кислорода	$L_{O_2}$	1,154 кг/кг
Удельный расход соляной кислоты	$L_{HCl}$	0,058 кг/кг
Предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении	$X_{CO_2}$	0,11 кг·м <sup>-3</sup>
Предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении	$X_{CO}$	0,00116 кг·м <sup>-3</sup>
Предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении	$X_{HCl}$	0,00023 кг·м <sup>-3</sup>
Высота рабочей зоны	$h$	1,7 м
Высота помещения	$H$	3 м
Линейная скорость распространения пламени	$v$	0,0103 м/с
Коэффициент, соответствующий способу распространения пожара	$n$	3

Выбираем расчетную схему развития пожара. Для кругового распространения пламени по поверхности, равномерно распределенного в горизонтальной плоскости горючего материала:

$$A = 1,05 \cdot \psi \cdot v^2 = 1,05 \cdot 0,0167 \cdot 0,0103^2 = 1,86 \cdot 10^{-6} \quad (13)$$

Определяем критическую продолжительность пожара для кругового распространения пламени по поверхности, равномерно распределенного в горизонтальной плоскости горючего материала. Находим значение комплекса  $B$ :

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1 - \phi) \cdot \eta \cdot O} = \frac{353 \cdot 0,001068 \cdot 673,44}{(1 - 0,6) \cdot 0,95 \cdot 13400000} = 49,8 \quad (14)$$

Рассчитываем параметр  $Z$ :

$$Z = \frac{h \cdot \exp(1,4 \cdot \frac{h}{H})}{H} = \frac{1,7 \cdot \exp(1,4 \cdot \frac{1,7}{3})}{3} = 1,24 \quad (15)$$

Рассчитаем необходимое время эвакуации. Для этого определяем критическую продолжительность пожара для данной схемы развития по каждому из опасных факторов пожара:

а) повышенной температуре:

$$t_{kp}^T = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{49,8}{1,86 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70 - 25}{(273 + 25) \cdot 1,24} \right] \right\}^{\frac{1}{3}} = 2_{мин}3с; \quad (16)$$

б) потере видимости:

$$t_{kpj}^{ПВ} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{20 \cdot B \cdot D \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{49,8}{1,86 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{673,44 \cdot \ln(1,05 \cdot 0,3 \cdot 50)}{20 \cdot 49,8 \cdot 49,5 \cdot 1,24} \right]^{-1} \right\} = 1_{мин}30с; \quad (17)$$

в) пониженному содержанию кислорода:

$$t_{kpj}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{49,8}{1,86 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{49,8 \cdot 1,154}{673,44} + 0,27 \right) \cdot 1,24} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} = 2_{мин}15с; \quad (18)$$

г) допустимое содержание  $CO_2$ :

$$t_{kpj}^{ПГ} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot x_{CO_2}}{B \cdot L_{CO_2} \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{49,8}{1,86 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{673,44 \cdot 0,11}{49,8 \cdot 1,478 \cdot 1,24} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} > 0, \quad (19)$$

Значение отлично от нуля в положительную сторону, означает, что при сложившейся пожароопасной ситуации, в результате горения происходит выделение углекислого газа  $CO_2$ . Данный фактор представляет высокую опасность для эвакуируемых людей.

д) допустимое содержание  $CO$ :

$$t_{kpj}^{ПГ} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot x_{CO}}{B \cdot L_{CO} \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{49,8}{1,86 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{673,44 \cdot 0,00116}{49,8 \cdot 0,03 \cdot 1,24} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} > 0, \quad (20)$$

Значение по фактору выделения углекислого газа в процессе пожара в помещении читального зала говорит о наличии опасного воздействия углекислого газа на эвакуируемых людей.

е) допустимое содержание  $HCl$ :

$$t_{kpj}^{III} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot x_{HCl}}{B \cdot L_{HCl} \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n} = \left\{ \frac{49,8}{1,86 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{673,44 \cdot 0,000023}{49,8 \cdot 0,058 \cdot 1,24} \right]^{-1} \right\}^{1/3} < 0, \quad (21)$$

Значение по фактору выделения соляной кислоты показывает, что данный фактор не несет угрозы для жизни эвакуируемых людей.

Определяем критическую продолжительность пожара для данной расчетной схемы:

$$t_{kpj} = \min \{ t_{kpj}^T, t_{kpj}^{PB}, t_{kpj}^{O_2}, t_{kpj}^{TF} \} = 1 \text{ мин } 30 \text{ с} \quad (22)$$

Рассчитываем необходимое время эвакуации:

$$t_{нб} = k_{б} \cdot t_{kp} = 0,8 \cdot 89,23 = 1 \text{ мин } 1 \text{ с} \quad (23)$$

где  $k_{б}=0,8$  – коэффициент безопасности.

Сравниваем необходимое время эвакуации с расчетным временем со 2-го этажа:

а) для первого сценария:  $1 \text{ мин } 1 \text{ с} < 4 \text{ мин } 37 \text{ с} \Rightarrow t_{нб} < t_p$ ;

б) для второго случая:  $1 \text{ мин } 1 \text{ с} < 4 \text{ мин } 52 \text{ с} \Rightarrow t_{нб} < t_p$ ;

в) для третьего случая:  $1 \text{ мин } 1 \text{ с} < 9 \text{ мин } 5 \text{ с} \Rightarrow t_{нб} < t_p$ .

**Вывод:** Для первого сценария, в случае возникновения пожара в зале иностранной и гуманитарной литературы на втором этаже, когда необходимо эвакуировать 102 человека из помещения площадью  $841,8 \text{ м}^2$  к одному эвакуационному выходу, проведенные расчеты показывают, что люди из-за воздействия опасных факторов пожара самостоятельно эвакуироваться не смогут, так как, согласно расчету, присутствует разница необходимого времени эвакуации с расчетным временем.

Для второго сценария, пожар произошел в зале для курсового и дипломного проектирования, когда необходима эвакуация в два ближайших эвакуационных выхода 120 человек. Разница в необходимом и расчетном времени эвакуации также указывает на воздействие опасных факторов пожара.

Третий сценарий является наиболее опасным. В данном случае наблюдается большая разница между расчетным и необходимым временем эвакуации.

Количество эвакуируемых составляет 175 человек. При этом, если начнется эвакуация людей с третьего этажа, то на лестничной клетке второго этажа произойдет слияние потоков людей и число эвакуируемых возрастет до 250 человек. Данная цифра очень велика и говорит о необходимости принятия дополнительных мер по обеспечению безопасной эвакуации людей с третьего и второго этажей, дабы избежать человеческих потерь. В данном случае можно предположить, что людей охватит паника, которая, в свою очередь, главным образом усложнит спасение людей. Помимо этого в левом крыле узкие дверные проемы и коридор, что также отрицательно скажется на процессе эвакуации.

Поэтому, для более успешного стечения обстоятельств необходимо содержать эвакуационные пути в исправном и не загроможденном состоянии, в качестве отделки помещений использовать менее горючие, токсичные материалы, контролировать исполнение и соблюдение правил пожарной безопасности. Также немаловажным являются средства первичного тушения пожара, средства индивидуальной защиты для персонала и обучающихся. В качестве профилактических мер, постоянно проводить инструктажи о пожарной безопасности с сотрудниками НТБ ТПУ и с учащимися.

Эвакуация осуществляется из помещений по коридорам этажа через лестничные клетки на улицу. Предполагаемое сосредоточение людей у окон в помещениях верхних этажей здания. Проведение спасательных работ производится звеньями ГДЗС в боевой одежде согласно правилам охраны труда в подразделениях ГПС МЧС России, приказ №630, в СИЗОД с резервной маской.

Порядок проведения спасательных работ и привлекаемой для этих целей техники и оборудования:

- мероприятия по поиску людей организуются по прибытию первого пожарного подразделения на место пожара;
- эвакуация людей из зоны воздействия опасных факторов пожара;
- требуется привлечение специальной техники и оборудования: автолестниц, автоколенчатых подъемников.

Порядок оказания медицинской помощи пострадавшим:

– в зависимости от вида и степени тяжести травмы оказать пострадавшему первую медицинскую помощь, предварительно устранив действие опасных факторов пожара на пострадавшего;

– передать пострадавшего прибывшей бригаде скорой помощи при первом сообщении о пожаре.

По прибытию первого подразделения уточняется информация у представителя объекта, в данном случае у коменданта библиотеки, администратора, либо заведующего библиотекой об максимально приближенном количестве людей, находящихся в здании, предположительное их местонахождение. Проводится разведка на месте. Составляется план аварийно-спасательных работ.

### 3.5 Расчет пожарного риска здания Научно-технической библиотеки Томского политехнического университета

Таблица 9 – Исходные данные для расчета пожарного риска:

$Q_{нв}, \text{гОД}^{-1}$	$R_{ап}$	$t_{функц}$ час	$t_p, \text{мин}$	$t_{нэ}, \text{мин}$	$t_{бл}, \text{мин}$	$t_{ск}, \text{мин}$	$R_{обн}$	$R_{COУЭ}$	$R_{ПДЗ}$
0,04	0,9	12	9,08	5,17	1,15	1,38	0,8	0,8	0

Определяем вероятность присутствия людей в здании:

$$P_{пр} = t_{функц} / 24 = 12 / 24 = 0,5,$$

где  $t_{функц} = 12 \text{ час}$  – время нахождения людей в здании в течение суток.

Вычисляем вероятность эвакуации людей по формуле 3. Так как  $t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл}$  или  $t_{ск} > 6 \text{ мин}$ , полагаем  $P_э = 0$ .

Рассчитываем вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты по формуле 4:

$$P_{ПЗ} = 1 - (1 - R_{обн} \cdot R_{COУЭ}) \cdot (1 - R_{обн} \cdot R_{ПДЗ}) = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0) = 0,64,$$

где  $R_{обн}$  – вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации;

$R_{COУЭ}$  – условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации;

$R_{ПДЗ}$  – условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации.

Индивидуальный пожарный риск  $Q_B$  в здании составляет, по формуле 2:

$$Q_B = 0,04 \cdot (1 - 0,9) \cdot 0,5 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0,64) = 0,000722 \text{ год}^{-1}$$

Проверяем условие  $Q_B \leq Q_B^H$ , где  $Q_B^H = 10^{-6} \text{ год}^{-1}$  – нормативное значение индивидуального пожарного риска,  $Q_B = 0,72 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$  – расчетная величина индивидуального пожарного риска. Следовательно условие не выполняется,  $Q_B > Q_B^H$  – индивидуальный пожарный риск превышает нормативные показатели.

### **3.6 Расчет времени эвакуации людей со второго этажа библиотеки при помощи автолестниц**

В результате проведенных расчетов было выявлено, что сценарий №3 является самым опасным, так как здесь наибольшее количество эвакуируемых людей и большая вероятность человеческих потерь. Для того чтобы снизить опасность для этого сценария, половину людей можно эвакуировать с помощью автолестниц. Проведем расчеты времени эвакуации людей со второго этажа с помощью автолестниц.

Исходные данные для определения расчетного времени эвакуации:

- 1) способ эвакуации по автолестницам;
- 2) общее число эвакуирующихся до 87 человек;
- 3) Количество автолестниц – 2.

По замыслу люди скопились на втором этаже в левом крыле здания 49 и 38 человека в разных аудитория (окна обеих аудиторий выходят на одну сторону).

Рассчитываем время подъема, поворота и выдвижения средства спасения к месту сосредоточения людей  $T_2$ :

$$T_2 = \frac{h}{V_B} \cdot K = \frac{11,55}{0,3} \cdot 2 = 77 \text{ с}, \quad (24)$$

где  $T_1 \approx 120$  с – время приведения средства спасения в рабочее состояние на требуемой позиции;

$h$  – высота выдвижения, м;

$V_B \approx 0,3$  м/с – скорость выдвижения;

$K$  – число мест сосредоточения людей.

Находим фактическое время спуска на землю всех спасаемых из одного места  $T_3$  (рассматриваем вариант большего количества людей):

$$T_3 = P \cdot n \cdot k = 1,4 \cdot 49 \cdot 3 = 205,8\text{с}, \quad (25)$$

где  $P$  – пропускная способность средства спасения = 1,4;

$n$  – число людей, нуждающихся в помощи;

$k = 3$  – коэффициент задержки.

Рассчитываем время эвакуации 87 человек со второго этажа левого крыла здания, сосредоточенных в двух разных помещениях, окна которых выходят на одну сторону, с помощью автолестниц:

$$T_c = T_1 + T_2 + T_3 = 120 + 77 + 205,8 = 6\text{ мин}50\text{с} \quad (26)$$

Для эвакуации людей со второго этажа с двух мест скопления людей при помощи автолестниц необходимо 6 мин50с. Чтобы уменьшить это время, необходимо дополнительное привлечение техники для спасения людей с высоты.

### **3.7 Разработка формы отчета, как элемента мониторинга пожарной безопасности**

Ввиду отсутствия информации по интенсивности опасной ситуации пожара на рассматриваемом объекте, а статистическая информация носит весьма условный характер, было принято решение о разработке опросного листа по величине рисков присутствующих на рассматриваемом объекте.

При всех изменениях в планах размещения оборудования и компоновки помещений, необходима коррекция расчетных рисков. Если она существенна, то необходимы расчеты, если нет – то расчеты не выполняются.

Для подсчета изменений в пожарно-техническом состоянии объекта и вынесении решения по поводу перерасчета пожарного риска, нужно воспользоваться таблицей 10. Форма отчета представлена в приложении Б.

Предлагается объем изменений на объекте ранжировать тремя критериями.

Критерий «Незначительно» – не приводит к существенному качественно-му и количественному изменению: плотности имущества; изменению геометрии помещения; численности людей; состояния и расположения огнетушителей и противопожарного оборудования; состояния систем автоматической пожарной сигнализации и систем оповещения людей при пожаре; состояния дорог, проездов и подъездов к зданию, водоисточникам; внутреннего противопожарного водоснабжения.

Критерий «Умеренно» – превышение на 30 % критерия «Незначительно».

Критерий «Значительно» – свыше 60 % превышение критерия «Незначительно».

В случае если параметр статистической информации характеризуется критерием «Значительно» – необходим анализ риска этого параметра.

В случае если параметров статистической информации характеризующихся критерием «Значительно» свыше 2 – необходим анализ риска рассматриваемого объекта.

Таблица 10 – Изменения в пожарно-техническом состоянии объекта

Параметр статистической информации	Объем изменения на объекте <i>(отметить необходимое)</i>			Расчет риска		Примечания
	незначительно	умеренно	значительно	не нужен	нужен	
1. Перепланировка помещений, отделка						
2. Оснащенность помещений, коммуникации, оборудование						
3. Решетки на окнах						
4. Расположение и состояние эвакуационных выходов, эвакуационных путей						
5. Количество, состояние и расположение огнетушителей и противопожарного оборудования						
6. Состояние систем автоматической пожарной сигнализации и систем оповещения людей при пожаре						
7. Дороги, проезды и подъезды к зданию, водосточникам						
8. Внутреннее противопожарное водоснабжение						

Величины рисков на объекте: без изменения \_\_\_\_\_; есть изменения \_\_\_\_\_

Подпись ответственного лица \_\_\_\_\_

## **4 Пожарно-тактические учения**

Пожарно-тактические учения являются высшей формой тактической подготовки начальствующего состава противопожарной службы и важнейшим средством достижения высокого уровня боевой готовности. Они проводятся на конкретных объектах хозяйствования или населенных пунктах в условиях и темпе, наиболее приближенных к реальной обстановке на пожаре. На учения привлекаются силы и средства более одного караула, специальные службы (водопроводная, энергетическая, газоаварийная, газоспасательная и др.), а также приспособленная для целей пожаротушения или другая техника, водовозки, подъемники, бульдозеры и т. п.). На учениях создается оперативный штаб на пожаре, широко используются имитационные средства, однако, условности должны сводиться до минимума.[10]

Основным методом обучения на учении является практическая отработка начальствующим и рядовым составом всех вопросов организации и тактики тушения пожара на конкретном объекте. В необходимых случаях руководитель учения сочетает практику с показом и устным изложением.

### **4.1 Методика проведения комплексных пожарно-тактических учений**

Для выполнения на учении запланированных практических мероприятий готовятся соответствующие учебно-тренировочные места, макеты, модельные очаги пожаров, участки улиц, полигоны, натурные участки.

Накануне учения проверяется состояние территории, инженерного и технического оборудования штаба пожаротушения и средств связи, резерв требуемых средств на случай их поломки, устраняются обнаруженные неисправности. Готовится соответствующая вычислительная и оргтехника, средства видеосъемки и оповещения, средства синхронной передачи информации с учений в Интернет, мебель, имущество, места зрителей и наблюдателей и т.д.

Подготовка мест учений включает проведение мероприятий по обеспечению выполнения поставленных задач и исключаящих угрозу жизни и здоровью участников учений, причинение материального ущерба и ущерба окружающей среде, нарушение производственной деятельности.[11]

В намеченный день и час руководитель учения, посредники и имитаторы выезжают на объект проведения, сверяют время по часам руководителя, имитируют первоначальную обстановку с помощью обслуживающего персонала объекта, местных противопожарных формирований до прибытия первого подразделения. Если посредники заранее ознакомлены с объектом и замыслом учений, правильно понимают свои задачи, руководитель учений сверяет с ними часы, объявляет время начала учений и направляет посредников в подразделения или к лицам, работу которых они контролируют, чтобы вместе с последними они выезжали на учения. Это позволяет провести полный анализ действий подразделений и должностных лиц с момента объявления тревоги до окончания учений.

Первый элемент обстановки условного пожара с помощью средств имитации или объявления вводной руководитель учений, как правило, воспроизводит для работников объекта (обслуживающего персонала, членов добровольных пожарных формирований (далее – ДПФ), работников охраны) и отрабатывает с ними соответствующие действия. При этом необходимо добиваться быстрых и чётких действий: сообщения о пожаре в пожарную охрану или администрации объекта, объявления о возникновении пожара на объекте; сбора по тревоге расчётов ДПФ и введения местных сил и средств на тушение; принятия мер по предотвращению паники; встрече прибывающих подразделений пожарной охраны, а также слаженных действий обслуживающего персонала при возникшей нештатной ситуации и др.

Старший начальник первого прибывшего подразделения, получив информацию об обстановке, оценивает её и принимает решение. Информация об обстановке может поступать от работников объекта, а также руководителя учения.

Дальнейшая обстановка в ходе всего учения будет создаваться посредниками на участках выполнения работ руководителем тушения пожара (далее – РТП), начальником штаба пожаротушения (далее – НШ), начальником тыла (далее – НТ), начальником участка тушения пожара (далее – НУТП), лиц, ответственных за охрану труда, согласно разработанному тактическому замыслу.

Посредники, зная общий тактический замысел учения, ставят вводные перед начальствующим составом, исполняющим обязанности РТП, НШ, НТ, НУТП, лицу, ответственному за охрану труда.

Начальствующий состав при необходимости может выявлять и уточнять у посредников отдельные положения об обстановке. Посредники не должны допускать таких уточнений, которые бы явились подсказкой для принятия решений (раскрытие замысла руководителя учения).

При наличии хорошо имитированной обстановки на участках посредники могут не ставить вводные, а спрашивать у начальствующего состава, с какой обстановкой они встретились, уточняя отдельные положения об обстановке.

Руководитель учения и посредники ведут краткую запись принятых решений РТП, распоряжений и приказаний, отдаваемых при проведении учений, используя для этого магнитофоны и другие средства, а также осуществляют контроль выполнения принятых решений и действиями личного состава подразделений пожарной охраны.

Данные записи обобщаются и используются руководителем учения и посредниками при разборе учения.

Неправильные действия РТП и других исполнителей в ходе учения, влекущие за собой нарушения правил охраны труда, установленного режима на объекте, во избежание аварий и несчастных случаев с людьми должны быть немедленно исправлены руководителем учения или посредниками.

Учение считается законченным, если все вопросы, предусмотренные планом проведения, глубоко и в полном объеме отработаны.

Время окончания учения определяется его руководителем, по распоряжению которого подается сигнал «отбой».

#### Оценка ситуации по обеспечению пожаробезопасных условий

На пожаре необходим резерв времени для работы со средствами пожаротушения, которого, как правило, не хватает. В этом вопросе остается лишь полагаться на мастерство личного состава подразделений.

Успех ликвидации пожара зависит от правильности места дислокации пожарного автомобиля, времени подачи первого ствола и вывода о достаточности сил и средств.

Расчет сил и средств рекомендуется выполнять следующими способами:

- расчетом потребности сил и средств на основе накопленного опыта с учетом оценки складывающейся оперативной обстановки на ответственной территории;
- расчетом сил и средств на основе изучения объекта в оперативно-тактическом отношении;
- расчетом сил и средств на основе организационно-распорядительных документов предварительного планирования действий на конкретный объект, утвержденных в установленном порядке.

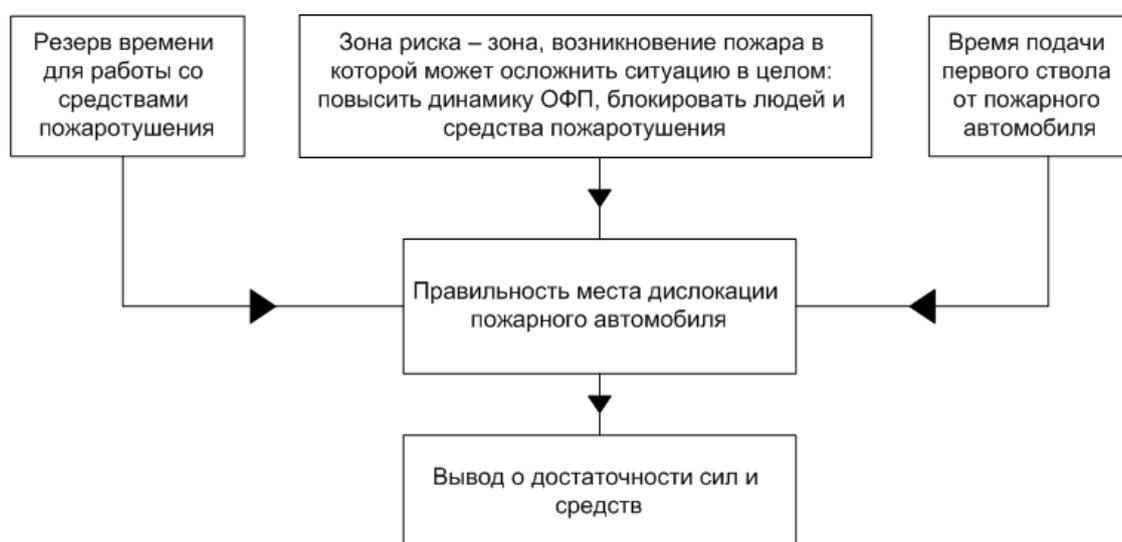


Рисунок 5 – Принципиальная схема оценки пожаробезопасных условий

Для успешной локализации пожара и спасения людей необходима правильность выбора места дислокации пожарного автомобиля, резерв времени до подачи первого ствола и грамотные действия руководителя тушения пожаром, что достигается постоянной тренировкой личного состава.

На основании данной методики составлен методический план проведения комплексных пожарно-технических учений на НТБ ТПУ (Приложение В).

#### **4.2 Инженерно-экономическая оценка эффективности предлагаемых решений**

Целью настоящего расчета является установление экономической эффективности комплексных пожарно-тактических учений во избежание возможного травмирования и гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара.

Разумеется, степень здоровья представить в денежном эквиваленте невозможно. Поэтому в мировой практике доминирует денежная оценка такого показателя, как степень утраты работоспособности человека, измеряемая в процентах от работоспособности здорового человека.

При пожаре, в результате неосторожного обращения с огнем, выплаты будет осуществлять лицо, по причине которого произошел пожар. Если же пожар произошел вследствие нарушения требований пожарной безопасности, то выплаты будет осуществлять лицо, на котором лежала обязанность по их соблюдению.

Зная процент утраты трудоспособности потерпевшим, а также средний заработок, можно правильно определить размер возмещения вреда.

Так при экспертизе трудоспособности врачебно-трудовая комиссия, установила степень утраты работоспособности 60 процентов. Допустим, что среднемесячный заработок потерпевшего был 7500 рублей. В этом случае возмещение составит 4500 рублей.

Стоимость жизни гражданина РФ составляет 4,5 млн. руб. Так если сравнить даже одну жизнь человека с затратами на проведение пожарно-тактических учений, то будет видна огромная разница.

Для проведения учений необходимо: топливо для машин и инвентарь для имитации пожара.

В случае моих учений задействовано 6 пожарных машин, 1 экипаж ГИБДД, 1 наряд полиции и 2 кареты скорой помощи.

Количество расходуемого топлива на их работу составит:

$$W = (N \cdot Q_{ПА} + N \cdot \dot{Y}_{ЛА}) \cdot t = (6 \cdot 30 + 4 \cdot 15) \cdot 1 = 255 \text{ л}, \quad (27)$$

где  $N$  – количество автомобилей, шт;

$Q$  – расход автомобиля (па – пожарный автомобиль, ла – легковой), л/ч;

$t$  – время работы двигателя, ч.

В среднем литр дизельного топлива стоит 33 руб., значит стоимость его, потраченного на проведение учений составит – 8415 руб. Затраты на использования театрального дыма в среднем составят 1000 руб.

Итого, на проведение учений необходимо около 9500 рублей. Полученная сумма денег соизмерима мала по сравнению с одной человеческой жизнью.

Поэтому, проведение постоянных учений в жилом секторе на основе статистических данных по пожарам, обеспечит постоянную готовность личного состава подразделений ГПС к ведению действий по тушению пожара и спасению людей. А так же эти учения помогут лицам гражданского населения при возникновении неблагоприятной ситуации в результате пожара, оперативно среагировать.

## 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Ущерб, приносимый обществу от пожаров очень высок. В современном мире вопрос пожарной безопасности актуален и требует решающих мер, необходимых для предотвращения пожароопасных ситуаций и их развития. Подготовка личного состава подразделений совместно с гражданским населением по ведению действий при тушении пожаров, ведет к снижению пожарного риска, а значит и гибели людей.

### 5.1 SWOT-анализ

**SWOT** – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.[15]

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.

Таблица 11 – Матрица SWOT

<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Простота и доступность в использовании. С2. Совершенствования организационно-тактических и технических возможностей пожарных подразделений.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Присутствие погрешности при расчетах. Сл2. Возможное неверное воспроизведение методики при расчетах.
---	--

Продолжение таблицы 11

<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С3. Более низкая стоимость расчетов в сравнении с другими фирмами, занимающимися оценкой пожароопасности зданий.</p> <p>С4. Легко применяемые методики для расчетов пожарного риска, времени эвакуации и распространения ОФП.</p> <p>С5. Практическая отработка начальствующим и рядовым составом всех вопросов организации и тактики тушения пожара на конкретном объекте.</p> <p>С6. Проект имеет минимальные затраты на разработку.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл3. Спорные вопросы о положительных и отрицательных сторонах предлагаемых методик для расчетов.</p> <p>Сл4. Большие временные затраты на полноценный расчет и выводы по расчетам.</p> <p>Сл5. Учет только основных рекомендаций.</p> <p>Сл6. Многократная смена требований нормативно-технической документации.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Проведение практических пожарных учений.</p> <p>В2. Повышение уровня пожарной безопасности на объекте.</p> <p>В3. Повышение практических навыков в области тактики тушения пожаров.</p> <p>В4. Рекомендаций по повышению навыков действий в ЧС у персонала.</p> <p>В5. Создание планов эвакуации из здания исходя из расчетов и рекомендаций.</p> <p>В6. Расчет необходимых сил и средств для привлечения к ликвидации пожара.</p>	<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на предлагаемые методики в связи с имеющимися программами для расчетов пожарных рисков и времени эвакуации.</p> <p>У2. Конкуренция со стороны фирм.</p> <p>У3. Отсутствие финансирования разработчика проекта со стороны государства.</p> <p>У4. Введения дополнительных государственных требований в области пожарной безопасности.</p> <p>У5. Общий низкий уровень подготовки личного состава и руководства в области пожаротушения.</p> <p>У6. Дальнейшее развитие информационных технологий в области пожарной безопасности.</p>

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие помогают выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта соотношения сильных сторон к возможностям проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	+	+	+	0	+	+
	B2	0	+	+	+	+	+
	B3	-	+	0	0	+	+
	B4	+	+	0	-	0	+
	B5	+	0	+	+	0	+
	B6	+	0	+	+	0	+

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта соотношения слабых сторон к возможностям проекта

Слабые стороны проекта							
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5	Сл6
	B1	-	-	0	-	-	-
	B2	0	0	-	0	+	+
	B3	0	-	0	-	-	-
	B4	0	0	0	-	+	-
	B5	-	0	-	+	+	-
	B6	-	-	0	+	+	-

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта соотношения сильных сторон к угрозам проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	0	+	+	0	0	+
	У2	+	+	+	+	+	+
	У3	0	0	+	+	-	+
	У4	+	+	0	+	+	0
	У5	0	+	0	0	+	+
	У6	-	+	+	+	0	0

Таблица 15 – Интерактивная матрица проекта соотношения слабых сторон к угрозам проекта

Слабые стороны проекта							
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5	Сл6
	У1	-	-	-	0	0	0
	У2	-	-	0	-	0	+
	У3	-	-	-	0	0	0
	У4	+	+	+	-	-	+
	У5	0	0	0	0	-	-
	У6	-	0	0	-	0	+

Таблица 16 – SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Простота и доступность в использовании.</p> <p>С2. Совершенствования организационно-тактических и технических возможностей пожарных подразделений.</p> <p>С3. Более низкая стоимость расчетов в сравнении с другими фирмами, занимающимися оценкой пожароопасности зданий.</p> <p>С4. Легко применяемые методики для расчетов пожарного риска, времени эвакуации и распространения ОФП.</p> <p>С5. Практическая отработка начальствующим и рядовым составом всех вопросов организации и тактики тушения пожара на конкретном объекте.</p> <p>С6. Проект имеет минимальные затраты на разработку.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Присутствие погрешности при расчетах.</p> <p>Сл2. Возможное неверное воспроизведение методики при расчетах.</p> <p>Сл3. Спорные вопросы о положительных и отрицательных сторонах предлагаемых методик для расчетов.</p> <p>Сл4. Большие временные затраты на полноценный расчет и выводы по расчетам.</p> <p>Сл5. Учет только основных рекомендаций.</p> <p>Сл6. Многократная смена требований нормативно-технической документации.</p>
--	--	---

Продолжение таблицы 16

<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Проведение практических пожарных учений.</p> <p>В2. Повышение уровня пожарной безопасности на объекте.</p> <p>В3. Повышение практических навыков в области тактики тушения пожаров.</p> <p>В4. Рекомендаций по повышению навыков действий в ЧС у персонала.</p> <p>В5. Создание планов эвакуации из здания исходя из расчетов и рекомендаций.</p> <p>В6. Расчет необходимых сил и средств для привлечения к ликвидации пожара.</p>	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>План проведение практических пожарных учений – простота и доступность в использовании, совершенствование навыков пожарных спасателей в результате практической отработки. Как следствие – повышение уровня пожарной безопасности. Минимальные затраты на разработку, установленное количество необходимой спасательной техники для спасения и тушения пожара.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Повышение уровня пожарной безопасности связано с большими временными затратами для повсеместного введение. Необходимы денежные затраты со стороны государства и со стороны администрации рассматриваемого объекта.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на предлагаемые методики в связи с имеющимися программами для расчетов пожарных рисков и времени эвакуации.</p> <p>У2. Конкуренция со стороны фирм, занимающихся вопросами пожарной безопасности зданий.</p> <p>У3. Отсутствие финансирования</p>	<p>Возможное изменение требований государственных стандартов - совершенствование навыков пожарных спасателей. С развитием информационных технологий появляется возможность моделирования пожаров в зданиях и проработка сценария локализации и ликвидации пожара.</p>	<p>Возможна конкуренция со стороны фирм, занимающихся разработкой и изготовлением планов эвакуации, расчетами пожарных рисков и времени эвакуации, однако, с учетом введения новых требований необходимы денежные средства на реализацию всех нормативов. На данный момент существует множество споров эффективности и качества существующим методикам.</p>

## Продолжение таблицы 16

<b>Угрозы:</b> У4. Введения дополнительных государственных требований в области пожарной безопасности. У5. Общий низкий уровень подготовки личного состава и руководства в области пожаротушения. У6. Дальнейшее развитие информационных технологий в области пожарной безопасности.		
---	--	--

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

### 5.2 Диаграмма Исикавы

Диаграмма причины-следствия Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram) – это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, инструментальное средство для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления.

При пожаре всегда существует повышенный риск травмирования и гибели людей. Последствия пожара могут быть печальными – разрушенные здания, уничтоженное имущество, потеря материальных ценностей, а также и человеческие жертвы. Для предотвращения возникновения пожаров необходимо четкое следование правилам пожарной безопасности профилактические мероприятия, связанные с пожарной безопасностью, а также непосредственный контроль за соблюдением всего вышеперечисленного. Проблемы, связанные с противопожарным режимом, правилами пожарной безопасности за-

служивают большого внимания, нуждаются в непрерывном контроле и разработке более усовершенствованных стандартов. Существуют различные факторы, влияющие на соблюдение правил пожарной безопасности в здании библиотеки ТПУ (рисунок 6):

- 1) Рабочий персонал библиотеки;
- 2) Оборудование;
- 3) Средства и материалы по пожарной безопасности;
- 4) Методы и средства контроля за соблюдением правил противопожарного режима;
- б) Технология организации работ.



Рисунок 6 – Диаграмма Исикавы для систематического определения причин соблюдения правил пожарной безопасности

### 5.3 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. 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. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.[16]

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Информация по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 17, а цели и результаты проекта в таблице 18.

Таблица 17 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Сечин А.И.(научный руководитель, доктор технических наук, профессор кафедры ЭБЖ)	Выполнение работы в соответствии с планом и применением теоретических знаний и изученных методик для расчетов, получение результатов, качественная оценка, составление плана пожарных учений и рекомендаций для дальнейшей работы ОПБ
Кузьмина Е.В. (разработчик, студент кафедры ЭБЖ)	Получение навыков в области разработки, применение полученных знаний на практике, достижение высоких результатов, составление рекомендаций
Яруллин К.А. (начальник ОПБ ТПУ)	Анализ результатов расчетов, составленных планов. Применение рекомендаций в дальнейшей работе на рассматриваемом объекте.

Таблица 18 – Цели и результат проекта

Цели проекта	Тактика тушения пожаров, проведение аварийно-спасательных работ в библиотеке ТПУ, проверка на соответствие здания библиотеки нормам по пожарному риску, а также рассмотрение влияния опасных факторов пожара на эвакуацию
Ожидаемые результаты проекта	Расчет времени эвакуации со 2 этажа библиотеки для трех сценариев. Расчет времени эвакуации людей со второго этажа библиотеки при помощи автолестниц. Составление методического плана проведения комплексного пожарно-тактического учения для рассматриваемого объекта. Составление рекомендаций по дальнейшему соблюдению правил противопожарного режима в библиотеке ТПУ

Продолжение таблицы 18

Требования к результату проекта	Методики расчета времени эвакуации должны полностью соответствовать требованиям, прописанным в нормативной документации
	Необходимо учесть влияние опасных факторов пожара на эвакуацию людей, сопоставить собственные расчеты с расчетами в компьютерной программе
	Составление методического плана пожаро-тактических учений с описанием должностных обязанностей всех звеньев, имеющих непосредственное отношение к тушению пожара. Дать соответствующие рекомендации

Организационная структура проекта представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Сечин А.И., кафедра ЭБЖ ИНК ТПУ, д.т.н, профессор.	Научный руководитель проекта	Реализация проекта; координация деятельности участников проекта	22
2.	Кузьмина Е.В. кафедра ЭБЖ ИНК ТПУ, студент	Исполнитель по проекту	Выполнение отдельных работ по проекту (расчёты, получение результатов, выводы)	320
3.	Петухов О.Н., кафедра МЕН ИСГТ ТПУ, доцент	Эксперт проекта	Координация деятельности исполнителя проекта по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	8
4.	Романцов И.И., кафедра ЭБЖ ИНК ТПУ, старший преподаватель	Эксперт проекта	Координация деятельности исполнителя проекта по разделу «Социальная ответственность»	8

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников проекта, а так же «границы про-

екта» - параметры проекта, которые не будут реализованы в рамках данного проекта. Ограничения проекта представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
Бюджет проекта	Бюджетное финансирование имеет ограничение до 15000 рублей
Сроки проекта	17.02 – 19.05
Дата утверждения проекта	1.06 – 4.06.16
Дата завершения проекта	26.05.16

## 5.4 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.[17]

Иерархическая структура работ (далее – ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. Иерархическая структура работы представлена на рисунке 7.



Рисунок 7 – Иерархическая структура работы по проекту

### 5.4.1 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта. Линейный график представлен в виде таблицы 21.

Таблица 21. Календарный план проекта

Код работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Планирование проекта	5	17.02.16	21.02.16	Сечин А.И.
1.1	Совещания по проекту	5	24.02.16	28.02.16	Сечин А.И., Кузьмина Е.В.
1.2	Выбор направления исследования	5	03.03.16	07.03.16	Сечин А.И.
1.3	Составление технического задания по выбранным направлениям проекта	5	10.03.16	14.03.16	Сечин А.И., Петухов О.Н., Романцов И.И.
2	Изучение соответствующей литературы	10	17.03.16	28.03.16	Кузьмина Е.В.
3	Подробное описание выбранных методик	10	31.03.16	11.04.16	Сечин А.И.
3.1	Подробное описание методик и их применение для запланированных расчетов	15	14.04.16	02.05.16	Сечин А.И., Кузьмина Е.В.
3.2	Выполнение расчетов, составление методического плана пожарных учений	6	05.05.16	12.05.16	Сечин А.И., Кузьмина Е.В.
4	Рассмотрение реализации методического плана учений	1	13.05.16	13.05.16	Сечин А.И., Кузьмина Е.В.
5	Составлений рекомендаций для заинтересованных сторон проекта	4	14.05.16	19.05.16	Кузьмина Е.В.
5.1	Подведение итогов работы, формулировка выводов	5	19.05.16	21.05.16	Сечин А.И., Кузьмина Е.В., Петухов О.В., Романцов И.И.
<b>Итого:</b>		96			

Необходимо определить ключевые события проекта, определить их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Данная информация отражена в таблице 22.

Таблица 22 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат(подтверждающий документ)
1	Задание	12.03.16	Утвержденная тема проекта
2	Литературный обзор	17.03-11.04.16	Теоретическая часть проекта
3	Экспериментальная часть	14.04-12.05.2016	Практическая часть проекта
4	Дополнительные разделы	13.05-23.05.16	Расчеты по каждому разделу

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.

Таблица 23 – Календарный план-график проведения работы

Код работы	Вид работ	Исполнители	Т <sub>к</sub> , кал, дни	Продолжительность выполнения работ						
				февраль	март	апрель	май	июнь		
1	Планирование проекта	Руководитель	5	■						
1.1	Совещания по проекту	Руководитель, исполнитель (инженер)	5	■						
1.2	Выбор направления исследования	Руководитель	5		■					
1.3	Составление технического задания по выбранным направлениям проекта	Руководитель, эксперты	5			■				

Продолжение таблицы 23

Код работы	Вид работ	Исполнители	Т <sub>к</sub> , кал, дни	Продолжительность выполнения работ						
				февраль	март	апрель	май	июнь		
2	Изучение соответствующей литературы	Исполнитель	10				■			
3	Подробное описание выбранных методик	Руководитель	10				▨			
3.1	Подробное описание методик и их применение для запланированных расчетов	Руководитель, исполнитель	15				▨	■		
3.2	Выполнение расчетов, составление методического плана пожарных учений	Руководитель, исполнитель	6				▨	■		
4	Рассмотрение реализации методического плана учений	Руководитель, исполнитель	1				▨	■		
5	Составлений рекомендаций для заинтересованных сторон проекта	Исполнитель	4					▨		
5.1.	Подведение итогов работы, формулировка выводов	Руководитель, исполнитель, эксперты	5					▨	■	◆

▨ - руководитель

■ - инженер

◆ - эксперты

## 5.5 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В данный раздел включается основная заработная плата научного руководителя, непосредственно участвующего 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).[18]

Раздел включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

Таблица 24 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	96	96
Количество нерабочих дней – выходные дни – праздничные дни	16	16
Потери рабочего времени – отпуск – невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	80	80

Основная заработная плата руководителя ТПУ рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1. Оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор. Базовый оклад  $Z_6$  определяется исходя из размеров окладов, определенных штатным расписанием предприятия. Размер окладов ППС и НС ТПУ представлен на корпоративном портале ТПУ.

2. Стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3. Иные выплаты; районный коэффициент.

Размер оклада руководителя составляет  $Z_б=33162,87$  руб. Срок исполнения проекта – три месяца. Оклад за три месяца составляет  $Z_б=99488,61$ руб.

Месячный должностной оклад:

$$Z_м = Z_б \cdot (k_{np} + k_d) \cdot k_p = 33162,87 \cdot 1,3 = 43111,73 \text{ руб.} \quad (28)$$

Среднедневная заработная плата:

$$Z_{дн} = \frac{Z_м \cdot M}{F_д} = \frac{43111,73 \cdot 3}{80} = 1616,69 \text{ руб.} \quad (29)$$

Основная заработная плата руководителя проекта:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб} = 1616,69 \cdot 57 = 92151,33 \text{ руб.} \quad (30)$$

Размер оклада инженера (мл. научный сотрудник) составляет  $Z_б=14874,45$  рублей. Оклад за три месяца составляет 44623,35 руб. Месячный должностной оклад по формуле 28:

$$Z_м = Z_б \cdot (k_{np} + k_d) \cdot k_p = 14874,45 \cdot 1,3 = 19336,78 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата по формуле 29:

$$Z_{дн} = \frac{Z_м \cdot M}{F_д} = \frac{19336,78 \cdot 3}{80} = 725,13 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера по формуле 30:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб} = 725,13 \cdot 71 = 51484,23 \text{ руб.}$$

Таблица 25 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_б,$ руб.	$k_{np}$	$k_d$	$k_p$	$Z_м,$ руб	$Z_{дн},$ руб.	$T_p,$ раб. дн.	$Z_{осн},$ руб.
Руководитель	33162,87	-	-	1,3	43111,73	1616,69	57	92151,33
Инженер	14874,45	-	-	1,3	19336,78	725,13	71	51484,23

Дополнительная заработная плата руководителя:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 92151,33 = 11058,16 \text{ руб.} \quad (31)$$

Дополнительная заработная плата инженера по формуле 31:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 51484,23 = 6178,1 \text{ руб.}$$

Таблица 26 – Заработная плата исполнителей проекта (за три месяца)

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата, руб.	129335,18	58010,34
Дополнительная зарплата, руб.	11058,16	6178,1
Итого по статье $C_{зп}$ , руб.	140393,35	64188,44

Рассчитываем отчисления на социальные нужды для руководителя:

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,27 \cdot 144855,39 = 39255,8 \text{ руб.} \quad (32)$$

Рассчитываем отчисления на социальные нужды для инженера по формуле 32:

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,271 \cdot 64971,57 = 17607,3 \text{ руб.},$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд  $k_{внеб}=0,271$ ).

Для выполнения данной работы необходимо наличие как минимум двух персональных компьютеров (для руководителя и исполнителя проекта).

Накладные расходы включают в себя обслуживание рабочей зоны и персональных компьютеров исполнителей проекта. Сюда относятся расходы по содержанию помещения, эксплуатации и ремонту ПК по формуле 33.

$$C_{накл1} = k_{накл} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,8 \cdot 144855,39 = 115884,31 \text{ руб.}; \quad (33)$$

$$C_{накл2} = k_{накл} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,8 \cdot 64971,57 = 51977,25 \text{ руб.};$$

$$C_{накл} = C_{накл1} + C_{накл2} = 115884,31 + 51977,25 = 167861,5 \text{ руб.}$$

Итого накладные расходы (за период исполнения проекта) составили 167861,5 руб.

### 5.5.1 Группировка затрат по статьям

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.[19]

Таблица 27 – Группировка затрат по статьям

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	500	Картридж для принтера + бумага
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	0	-
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	51484,23	Заработная плата инженера за 3 месяца
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6178,1	Дополнительная заработная плата инженера за 3 месяца
5. Отчисления во внебюджетные фонды	897,97	На социальные нужды
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	-
7. Контрагентские расходы	0	-
8. Накладные расходы	51977,25	16 % от суммы ст. 1-7
9. Бюджет затрат НТИ	111037,55	Сумма ст. 1- 8

### 5.6 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. Информация по данному разделу представлена в таблице 28.

Таблица 28 – Реестр рисков проекта

№	Риск	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Нарушение работы программы (Word, Mathtype, Mathcad, Paint, Windows и др.)	1	5	средний	Переустановка программы на другой ПК, сохранение данных на другом ПК или внешнем носителе	Нарушение работы ПК; отключение электроэнергии
2	Нарушение работы ПК (поломка, полный выход из строя)	1	5	средний	Переустановка программы на другой ПК, дополнительное копирование на внешний носитель	Сбои подачи электроэнергии; некачественное оборудование; пролитый стакан воды на клавиатуру
3	Вероятность ошибки расчетов (погрешность)	1	5	средний	Перепроверка расчетов; сравнение с результатами, представленными в методике	Неточность задания исходных данных; округление полученных величин до двух знаков

## 6 Социальная ответственность

Современный этап развития общества характеризуется устойчивым и динамичным ростом опасности возникновения пожаров, сопровождающихся увеличением количества жертв и размеров наносимого ущерба.

Усложнение технологических процессов, увеличение площадей застройки объектов народного хозяйства повышает их пожарную опасность. В связи с этим все больше внимания уделяется совершенствованию профессионального мастерства пожарных, повышению уровня боевой готовности, гарантирующей защиту от огня собственности и имущества.

Пожарный риск – количественная характеристика возможности реализации пожарной опасности, измеряемая, как правило, в соответствующих единицах.

Чтобы уменьшить величину пожарного риска, необходимо устранение причин возрастания риска, совершенствование технических систем и повышение профессионализма обслуживающего персонала.

Пожарная тактика – это совокупность способов и приемов тушения пожара, применяемых с учетом возможностей подразделений пожарной охраны и конкретной обстановки на пожаре.

Становится понятно, подготовка личного состава подразделений совместно с гражданским населением по ведению действий при тушении пожаров, ведет к снижению пожарного риска, а значит и гибели людей, что указывает на актуальность выбранного направления.

Данная работа посвящена проверке на соответствие здания библиотеки ТПУ нормам по пожарному риску, разработке тактики тушения пожаров, проведению аварийно-спасательных работ, а также рассмотрению влияния опасных факторов пожара на эвакуацию.

Результаты расчетов и рекомендации переданы в Отдел пожарной безопасности ТПУ для разработки планов эвакуации, проведения учений и привлечения аварийно-спасательных средств и техники.

## **6.1 Производственная безопасность**

### **6.1.1 Анализ опасных факторов пожара на объекте**

В качестве объекта исследования был рассмотрен пожар на 2-ом этаже Научно-технической библиотеки Томского политехнического университета. Согласно главе 8 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и на основании СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» по пожарной и взрывопожарной опасности помещение 2-го этажа НТБ ТПУ относится к категории В4.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» нормативная вероятность воздействий опасных факторов пожара на людей – не более  $10^{-6}$  в год на отдельного человека.

Опасные факторы пожара – факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу.

Согласно статье 9 Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» к опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся: пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму.

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся: осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; вынос высокого

напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ.

### **6.1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые воздействуют на сотрудника Государственной противопожарной службы РФ при ликвидации пожара на объекте**

Во время проведения работ по ликвидации пожара, пожарный постоянно находится под воздействием опасных и вредных производственных факторов. Пламя и тепловые потоки являются причиной повышения температуры окружающей среды. Образующийся при пожаре дым, снижает видимость, а также является причиной снижения в зоне работы пожарных содержания кислорода в воздухе. Повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения является опасным для здоровья и жизни пожарных.

В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным. Работа сотрудников Государственной противопожарной службы относится к работе в чрезвычайных условиях, следовательно, нормировать опасные и вредные производственные факторы просто невозможно. [20]

Проанализируем вредные и опасные факторы, которые могут воздействовать на сотрудника Государственной противопожарной службы (далее ГПС) при выполнении работ по ликвидации пожара на объекте.

Таблица 29 – Опасные и вредные производственные факторы

Источник фактора	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Тушение пожара на исследуемом объекте	1) повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	1) движущиеся машины и механизмы; разрушающиеся конструкции	– Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

Продолжение таблицы 29

Источник фактора	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
	2) повышенная температура воздуха рабочей зоны	2) расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола)	– ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования
	3) повышенный уровень шума на рабочем месте	3) Термические ожоги под воздействием высоких температур	– ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
	4) повышенный уровень вибрации		– ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание
	5) повышенная влажность воздуха		– ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
	6) недостаточная освещенность рабочей зоны		– ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования
	7) наличие в воздухе рабочей зоны токсических веществ, образующихся при пожаре		– ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
	8) сверхнормативные физические и нервно-психологические нагрузки		– ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

*Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.*

Производственная пыль по своему происхождению бывает двух видов – ор-

ганическая и неорганическая. К органической пыли относятся растительная пыль, животная и искусственная органическая. Неорганическая пыль бывает минеральная и металлическая.

Пыль различается своими размерами и формой частиц. Чем мельче частицы пыли, тем дольше они находятся в воздухе в виде аэрозоля и тем легче в процессе дыхания попадают в организм человека. Форма пылевых частиц обуславливает скорость их оседания, а также степень вредного воздействия.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. К первой относится неорганическая и древесная пыль. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.[21]

В запыленном воздухе дыхание становится затрудненным, насыщение крови кислородом ухудшается, что предрасполагает к легочным заболеваниям. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли при попадании на кожу вызывают химические раздражения, и даже ожоги.

К основным средствам защиты от пыли относятся средства индивидуальные защиты органов дыхания (фильтрующие противогазы, респираторы); средства защиты глаз (защитные очки); специальная одежда из пыленепроницаемой ткани.

*Токсические вещества, образующиеся при пожаре.* Наибольшую опасность при загазованности воздуха рабочей зоны представляет наличие в воздухе токсических, раздражающих и других веществ образующихся при пожаре в результате сгорания материалов.[22]

В процессе горения образуется окись углерода (СО – угарный газ). Это очень сильное отравляющее вещество, отравляющее действие которого основано на взаимодействии с гемоглобином крови. Причем данная реакция происходит в сотни раз быстрее, чем взаимодействие с кислородом воздуха. Он не имеет ни цвета, ни запаха, переносится быстро и на значительные расстояния.

Даже малое количество угарного газа почти мгновенно реагирует с кровью, образуя карбоксигемоглобин. Это вещество не может обеспечивать перенос кислорода к клеткам. В результате при вдыхании угарного газа очень быстро наступает кислородное голодание. Человек теряет сознание и умирает.

Одним из основных признаков поступления угарного газа в организм является головокружение и головная боль.

Дым часто содержит и другие токсические вещества, образующиеся при сгорании синтетических материалов (пластмасс, полиуретанов), а также газы раздражающего действия (например, хлор). Все они вызывают поражение органов дыхания различной тяжести – от воспаления (токсический бронхит и токсический пневмонит) до отека легких.

При горении различных материалов образуются раздражающие газы, которые, соединяясь с водой, образуют разъедающие растворы – азотную, серную и сернистую кислоты, аммиак. Они вызывают повреждение (химический ожог) слизистых дыхательных путей, сужение мелких бронхов и накопление в лёгких жидкости.

В дыме может находиться высокотоксичный газ фосген, образующийся при контакте содержимого огнетушителя с горячей поверхностью

К основным средствам защиты от токсических продуктов сгорания относятся индивидуальные средства защиты органов дыхания изолирующего типа. Изолирующие вещества защиты органов дыхания обеспечивают подачу воздуха для нормального дыхания и изолируют органы дыхания от окружающей среды. В подразделениях пожарной охраны наибольшее распространение получили изолирующие противогазы и воздушно-дыхательные аппараты.

*Повышенная температура воздуха рабочей зоны.* При любом пожаре выделяется тепловая энергия. Количество выделившегося тепла зависит от условий воздухообмена в очаге пожара, теплофизических свойств окружающих материалов (в том числе и строительных), пожароопасных свойств горючих веществ и материалов, входящих в состав пожарной нагрузки.

Горячий воздух сильно повреждает дыхательные пути, легкие, глаза, кожу. Происходит это не только там, где горит огонь, но и в соседних помещениях. Полученные повреждения часто опасны для жизни человека. При воздействии температуры свыше 100°C человек теряет сознание и гибнет через несколько минут. [23]

К основным средствам индивидуальной защиты пожарного от высоких температур относятся изолирующие костюмы (теплозащитные); средства защиты органов дыхания; средства защиты глаз; средства защиты рук; спец.обувь; спец одежда.

Наиболее распространенным изолирующим костюмом в подразделениях пожарной охраны является теплоотражательный костюм. Он используется для защиты пожарного от теплового воздействия при тушении пожаров нефтяных газовых фонтанов и других объектов с большим выделением лучистой энергии. Такой костюм состоит из куртки, полукомбинезона с бахилами, шлема-маски, рукавиц, чехла для защиты кислородно-изолирующего противогаза. Костюм изготавливается из теплоотражательной ткани с металлическим покрытием.

*Повышенный уровень шума и вибраций.* При проведении работ по ликвидации пожара нельзя не учесть такие вредные факторы как повышенный

уровень шума и вибраций. Причиной появления данных факторов может являться работа спасательной и пожарной техники на объекте ликвидации пожара.

Данные факторы менее опасны для пожарного, чем повышенная температура или наличие токсических веществ в воздухе, но в зависимости от обстановки могут влиять на работу и состояние пожарного.[24]

Частое воздействие данных факторов может привести к ухудшению слуха, развитию сердечнососудистых заболеваний, гормональным расстройствам, влиять на психику, снижать тонус и иммунитет, нарушению вестибулярной реакции и координации движений.

Основным средством защиты от шума являются средства индивидуальной защиты органов слуха: противозумные шлемофоны (шлемы), наушники, заглушки. К средствам защиты от вибраций относятся средства индивидуальной защиты ног и рук (виброизолирующие стельки, обувь, специальные перчатки и рукавицы).

*Повышенная влажность воздуха.* Одна из причин, почему влажность делает жару невыносимой, является то, что чем выше влажность, тем более высокой ощущается температура воздуха, чем она есть на самом деле. Следовательно, чем больше влажность воздуха, тем больше вероятность получения ожог при пожаре (повышенная температура рабочей зоны).

Проблема высокой влажности состоит в том, что она заставляет человека чувствовать себя более разгоряченным. Это происходит потому, что наш организм, пытаясь охладиться, работает все активнее и активнее, выделяя пот. Но выделение пота в этом случае не работает как охлаждение, поэтому мы продолжаем нагреваться, и в результате перегреваемся, а это приводит к потере воды и химических веществ, в которых нуждается организм. Перегрев, или чаще тепловое истощение, может привести к обезвоживанию и химическому дисбалансу в организме.

Для пожарных в данном случае средством индивидуальной защиты является спец.одежда (комбинезоны, куртки, брюки, халаты, жилеты, пальто,

полушубки, тулупы). Снаряжение пожарного состоит из куртки, каски, пояса, карабина пожарного поясного, рукавиц и резиновых сапог.

*Недостаточная освещенность рабочей зоны.* При ликвидации пожара обязательным условием безопасности является отключение электричества на объекте. Следовательно, если проводить работы по тушению пожара в ночное время суток, то можно столкнуться с таким вредным фактором, как недостаточная освещенность рабочей зоны. Усугубить ситуацию по ликвидации пожара и проведению аварийно-спасательных работ на объекте может задымление, которое, в свою очередь, станет причиной снижения видимости. При потере видимости организованное движение нарушается, становится хаотичным, каждый двигается в произвольно выбранном направлении. Возникает паника. Людями овладевает страх, подавляющий сознание, волю. В таком состоянии человек теряет способность ориентироваться, правильно оценивать обстановку.

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.[25]

Для улучшения освещения рабочей зоны необходимо использовать индивидуальные фонари нагрудные или на шлем, поисково-спасательные фонари.

*Сверхнормативные физические и нервно-психологические нагрузки.* Во время выполнения работ по тушению и ликвидации последствий пожара, сотрудник Государственной противопожарной службы сталкивается с:

- постоянной угрозой жизни и здоровью;
- непрерывным нервно-психическим напряжением, которое вызвано систематической работой в необычной среде. Из-за этого не только повышается нервно-психическое напряжение, но и нарушается водно-солевой баланс организма, его терморегуляция;

- эмоциональными и стрессовыми расстройствами;
- дискомфортным состоянием из-за непрерывного нахождения в боевой одежде и снаряжении;
- трудностями, которые связаны с проведения боевых работ в ограниченном пространстве (затрудняет действия, нарушает привычные способы передвижения, рабочие позы: работа в лежачем положении, продвижение ползком и др.).

Для защиты от данного фактора необходима профессиональная психологическая подготовка сотрудников Государственной противопожарной службы.

*Движущиеся машины и механизмы, разрушающиеся конструкции.* Причиной получения механических травм могут являться движущиеся машины и механизмы, которые задействованы в тушении пожара, а также разрушающиеся конструкции зданий и сооружений вследствие воздействия на них пожара.[26]

Для защиты пожарного от данных опасных факторов необходимо соблюдать правила пользования пожарным оборудованием, а также при выполнении специальных видов работ соблюдать требования инструкций по охране труда для данного вида работ.

Одними из основных средств защиты при разрушении конструкций являются средства индивидуальной защиты головы (каска и шлемы для пожарных).

*Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола).*

Нередко работа пожарного проходит на значительной высоте относительно поверхности земли. В данном случае существует вероятность получения механических травм при падении.

Чтобы избежать несчастных случаев при работе на высоте, у пожарного должны быть предохранительные приспособления: предохранительные

пояса, карабины, огнеупорные привязи, страховочные и удерживающие стропы.

#### *Термические ожоги под воздействием высоких температур*

Термические ожоги возникают от воздействия высокой температуры на кожу и подлежащие ткани. Они могут носить массовый характер, например, при пожарах и авариях. Особую опасность несут ожоги, причиненные открытым пламенем, так как в данном случае возможно поражение верхних дыхательных путей и значительной части тела. Чем обширнее ожог, тем тяжелее общее состояние пострадавшего, и тем хуже прогноз на выздоровление.

К основным средствам индивидуальной защиты пожарного от термических ожогов относятся изолирующие костюмы (теплозащитные); средства защиты органов дыхания; средства защиты глаз; средства защиты рук; спец.обувь; спец одежда.

## **6.2 Экологическая безопасность**

В современных зданиях, при строительстве которых применяются в больших количествах полимерные и синтетические материалы, при пожаре образуются токсичные продукты горения. По статистическим данным в продуктах горения содержится 50 – 150 видов химических соединений, оказывающих токсическое воздействие. Все они попадают в воздух окружающей среды и переносятся вместе с воздушными массами.

Дым от крупных пожаров вызывает изменение освещённости, температуры воздуха, влияет на количество атмосферных осадков. Кроме того, дымовой аэрозоль и газообразные продукты, взаимодействуя с атмосферной влагой, могут вызывать кислотные осадки - дожди, туманы. Попадание на листья дыма, росы, дождя вызывает болезнь и гибель растений.

Наряду с токсичными и вредными продуктами горения загрязнение окружающей среды может быть вызвано огнетушащими веществами, используемыми в пожаротушении. Известно разрушающее действие фреонов

на озоновый слой; поверхностно-активные вещества, применяемые в пожарной охране как смачиватели и пенообразователи, также причиняют вред окружающей среде.

В нашем случае опасность воздействия пожара на окружающую среду ограничится, главным образом, токсическим загрязнением воздуха вблизи здания НТБ ТПУ и будет носить локальный и незначительный характер.

### **6.3 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

#### **6.3.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства для сотрудников Государственной противопожарной службы**

Служба в Государственной противопожарной службе строится в соответствии с принципами законности, уважения и соблюдения свобод личности и гражданина, гуманизма, гласности, соблюдения служебной дисциплины, справедливого вознаграждения за труд, продвижения по службе по результатам труда, с учетом способностей и квалификации.

Правовую основу службы составляют Конституция Российской Федерации, законы и иные правовые акты Российской Федерации, нормативные акты МЧС, Положение о службе в органах внутренних дел, индивидуальный контракт. Для сотрудников ГПС устанавливаются следующие виды отпусков:

- очередной ежегодный (30 суток)
- краткосрочный
- по болезни
- дополнительный (за стаж службы)

При уходе в отпуск выплачивается компенсация за санаторно-курортное лечение сотруднику и членам его семьи. Сотрудник и члены его семьи имеют право на организованный отдых в домах отдыха и санаториях МВД и МЧС России. Сотруднику ежегодно (члену семьи раз в два года) оплачивается проезд до места проведения отпуска и обратно, независимо от

населенного пункта и страны, где проводится отпуск. Сотрудники ГПС имеют право на бесплатное медицинское обслуживание в медицинских учреждениях системы МВД, в учреждениях Государственного здравоохранения.

При выслуге 20 лет в календарном исчислении (служба в Вооруженных силах + служба в органах внутренних дел) сотрудник имеет право на пенсию согласно ст.58 пункт в (по выслуге срока службы, дающего право на пенсию) Постановление ВС РФ от 23 декабря 1992 г. N 4202-1 «Об утверждении Положения о службе в органах внутренних дел Российской Федерации и текста Присяги сотрудника органов внутренних дел Российской Федерации». При достижении предельного возраста службы в органах внутренних дел 45 лет и выслуги лет в ОВД не менее 12 лет 6 месяцев и общем трудовом стаже не менее 25 лет, сотрудник имеет право на пенсию при увольнении по ст.58 пункта б (по достижении предельного возраста) Положения.

Пенсионное обеспечение сотрудников ГПС осуществляется согласно инструкции об организации работы по пенсионному обеспечению в системе Министерства внутренних дел Российской Федерации (Приложение к приказу МВД РФ от 27 мая 2005 г. N 418).

Таблица 30– Основные нормативно-правовые документы

Наименование документа	Вид документа, кем утвержден, год
Об утверждении Инструкции об организации обязательного государственного страхования жизни и здоровья военнослужащих	Приказ МЧС РФ от 05.07.2011 г. № 340
Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»
О мерах по реализации Федерального закона «Об обязательном государственном страховании жизни и здоровья военнослужащих, граждан, призванных на военные сборы, лиц рядового и начальствующего состава органов	Постановление Правительства РФ от 29.07.1998 г. № 855 (с изменениями на 24.12.2014)

Продолжение таблицы 30

Наименование документа	Вид документа, кем утвержден, год
внутренних дел Российской Федерации, ГПС, органов контроля за оборотом наркотических средств и психотропных веществ, сотрудников учреждений и органов уголовно-исполнительной системы»	
Об утверждении Инструкции об организации работы по обязательному государственному страхованию жизни и здоровья сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации военнослужащих внутренних войск МВД России, граждан, призванных на военные сборы во внутренние войска МВД России	Приказ МВД России от 9.10.2012 г. № 924 (с изменениями на 20.04.2015)
Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными и опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин	Постановление Правительства РФ от 25.02.2000 г. № 162
О форме одежды, знаках различия и нормах снабжения вещевым имуществом сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации, государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и органов уголовно-исполнительной системы, имеющих специальные звания внутренней службы	Постановление Правительства РФ от 22.12.2006 г. № 789 (с изменениями на 24.04.2015)
О порядке оказания медицинской помощи, санаторно-курортного обеспечения и осуществления отдельных выплат некоторым категориям военнослужащих, сотрудникам правоохранительных органов и членов их семей	Постановление Правительства РФ от 31.12.2004 г. № 911 (с изменениями на 9.10.2015)
Об утверждении Положения о медицинском обслуживании и санаторно-курортном лечении в медицинских учреждениях системы МВД России	Приказ МВД РФ от 08.11.2006 г. № 895

## Заключение

Общий уровень подготовки в области пожаротушения оказывает весомое влияние на обстановку с пожарами. Для того, чтобы предотвратить пожар наиболее эффективно и кратчайшие сроки необходимы проведение постоянных тренировок, разборов пожаров, занятий и учений с сотрудниками Государственной противопожарной службы.

Анализ литературных источников о пожарной тактике и обеспечении безопасности людей при пожаре показал актуальность темы и своевременность сформулированных задач.

В ходе работы был произведен анализ пожарной опасности здания Научно-технической библиотеки Томского политехнического университета. Для анализа пожарной опасности был произведен расчет пожарного риска здания НТБ ТПУ. В результате расчета было выявлено отклонение показателя пожарного риска от нормативного значения. Для уменьшения показателя пожарного риска и ликвидации возможных причин его увеличения, необходимо совершенствовать технические системы пожарной безопасности, проводить инструктажи по обеспечению пожарной безопасности в качестве профилактики и повышения профессионализма персонала НТБ ТПУ.

Проведен расчет времени эвакуации людей при пожаре со второго этажа НТБ ТПУ. Наиболее опасной будет эвакуация людей с левого крыла этажа, так как в данном случае наибольшее число эвакуируемых людей, узкий по ширине коридор, расчетное время эвакуации составляет 9мин5с. В качестве снижения опасности данной эвакуации необходимо привлечение автолестниц.

В качестве практических рекомендации по снижению времени эвакуации людей из здания библиотеки в случае возникновения пожара:

– повышение уровня готовности персонала библиотеки к действиям в сложившейся ЧС;

- содержание путей эвакуации в исправном состоянии, не загромождать их мебелью и другими предметами;
- использовать менее горючие и токсичные материалы для отделки помещений библиотеки;
- проводить постоянный контроль за соблюдением правил пожарной безопасности;
- регулярное проведение учений, согласно представленному плану;
- рекомендовать бюро расписания: не планировать 100% заполнение аудиторий 2-го этажа библиотеки (рекомендованный уровень заполнения – до 80 %).

Для повышения пожарной безопасности и снижения пожарного риска, в качестве элемента мониторинга пожарной безопасности, разработана форма отчета о текущем пожарно-техническом состоянии объекта. Так же представлен методический план и расчет сил и средств, для проведения комплексных пожарно-технических учений на библиотеке ТПУ.

Анализ социальной ответственности принятых решений и инженерно-экономическая оценка эффективности предлагаемых решений показала, что финансовые затраты на планируемые учения составят не более 10000 руб.

### Список публикаций студента

Кузьмина Е.В. Эвакуация людей при пожаре с библиотеки ТПУ с учетом влияния опасных факторов пожара / Сб. трудов V Всеросс. науч.-пр. конф. студ., аспирантов и молодых ученых: «Неразрушающий контроль, электронное приборостроение, технологии, безопасность». – Томск, ТПУ. 2015. – с. 249–256

Кузьмина Е.В. Пожарная эвакуация на объекте с массовым пребыванием людей / Сб. трудов VI Всеросс. науч.-пр. конф. студ., аспирантов и молодых ученых: «Неразрушающий контроль, электронное приборостроение, технологии, безопасность». – Томск, ТПУ. 2016. – (Принята в печать).

## Список использованных источников литературы

1. А.И. Чепыжов. Боевые действия пожарного караула. – М.: Стройиздат, 1985. – 56с.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон от 22 июля 2008 № 123-ФЗ.
3. Терещнев В.В. Основы пожарного дела / В.В. Терещнев, Н.С. Артемьев, К.В. Шадрин. – М.: Центр Пропаганды, 2006. – 328с.
4. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник Руководителя тушения пожара. М.: – Стройиздат, 1987. – 10-18с.
5. Повзик Я.С. – Учебник «Пожарная тактика»: М.:ЗАО «Спецтехника» 2000. – 361с.
6. Холщевников, В.В., Самошин Д.А. Эвакуация и поведение людей при пожарах: учеб. пособие. М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 212 с.
7. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. Приложение к приказу МЧС России от 30.06.2009 №382.
8. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
9. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
10. Организационно-методические указания по тактической подготовке начальствующего состава ФПС МЧС России. Утверждены Главным военным экспертом МЧС России генерал-полковником П.В.Платом 28.06.2007.
11. Методические рекомендации от 26 мая 2010 г. № 43-2007-18 по действиям подразделений ФПС при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.
12. Терещнев В.В. Расчет параметров развития и тушения пожаров: Учебник / Под общ. ред. Терещнев В.В.. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 460с.
13. Брушлинский Н.Н., Соколов, С.В., Вагнер П. и др. Пожары в России и мире. Статистика, анализ, прогнозы. – М.: Калан, 2002. – 157с.

14. Брушлинский Н.Н., Соколов, С.В., Вагнер, П. и др. Человечество и пожары. – М., 2007 – 142с.
15. Кузьмина Е.А., Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений. Методы менеджмента качества. – 2003. – № 1. – 22-27с.
16. Кузьмина Е.А., Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. Методы менеджмента качества. – 2002. – № 7. – 14-20с.
17. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. – М.: Энергия, 1980. – 175с.
18. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399с.
19. Адлер Ю. Черных Е. Управление знаниями: новые акценты поиска источников конкурентных преимуществ // Стандарты и качество. 2000. № 6. – 48-55с.
20. Портер М. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов. Пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 453с.
21. Анализ оценки рисков производственной деятельности. Учебное пособие / П.П. Кукин, В.Н. Шлыков, Н.Л. Пономарев, Н.И. Сердюк. – М.: Высшая школа, 2007. – 328с.
22. Радзиевский С.И. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие – Севастополь. РИБЭСТ, 2003.–268с.
23. Хван Т.А., Хван П.А. Безопасность жизнедеятельности.- Ростов н/Д: «Феникс», 2000.– 352с.
24. Белков С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. Безопасность жизнедеятельности.– М.: Высшая школа, 2001.–419с.
25. Актуальные проблемы противопожарной защиты объектов строительства и реконструкции. Болодьян И. А. /Строительная безопасность 2004.
26. Б.С. Мастрюков Опасные ситуации техногенного характера и защита от них. Учебник для вузов / Б.С. Мастрюков.– М.: Академия, 2009. –320 с.

## Приложение А

(обязательное)

### Раздел 1

People safety in case of fire emergency

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ41	Кузьмина Елизавета Викторовна		

Консультант кафедры ЭБЖ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин Александр Иванович	Доктор технических наук.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯФТИ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крицкая Надежда Вадимовна	Кандидат филологических наук		

## 1 The concept of fire and classification of fires

### 1.1 Basic information about the fire

Practice shows that absolutely fire-proof objects do not exist. This approach to all the material elements of the object, including elements and structures of buildings, should be considered not from the point of view of their functional purpose, their material or spiritual values, but as the fire load of the object, i.e. as a substance and materials that can burn in a case of fire.

Fire is a combination of physical-chemical phenomena, which are based on time-varying and space processes of combustion, heat and mass exchange, leading to damage.

Basic phenomena accompanying fire are the combustion processes, gas-and-heat exchange. They change in time in space, and are characterized by the parameters of the fire. The fire is considered to be an open thermodynamic system, exchanging with environment by substance and energy.

The process of burning of combustible substances and materials is a fast chemical reaction of oxidation and physical phenomenon, without which combustion is impossible, and which is accompanied by heat and emission from hot products of combustion with the formation of a laminar or turbulent diffusion flame.

The basic combustion conditions are: the presence of combustible material, the flow of oxidizer into the zone of chemical reactions and non stop heat needed for burning.

The main parameters of the fire include: fire load, the mass rate of burning, the fire spreading speed, temperature of fire, intensity of heat, as well as a number of conditions, many of which exist in nature.

Fire load is the amount of heat per unit of floor surface that can stand out in the room or building in case of fire.

Fire load is defined as the sum of permanent and temporary fire loads. Constant load is included in the building construction of chemicals and materials that can burn. The temporary fire load includes substances and materials circulating in the production, including technological and sanitary-technical equipment, insula-

tion, materials in the supply of warehouse, furniture and others, which are able to burn. In general, the fire load of an object is the weight of all flammable and combustible materials per 1 m<sup>2</sup> of the floor area of the premises or the square footage of these materials in an open area.

The speed burnout is the mass loss of material per unit of time during combustion.

Line velocity of fire spread is a physical quantity characterized by the movement forward of the flame front in a given direction per unit of time. It depends on the type and nature of combustible substances and materials, the initial temperature, the ability to fire, intensity of gas exchange, heat flow density on the surface of substances and materials and other factors.

The temperature of fire in the fences is volumetric average temperature of the gas environment in the room under the temperature of fire in open spaces is the flame temperature.

One of the main parameters characterizing the combustion process is the intensity of heat during the fire. This value is equal to the value of heat produced by a fire per unit of time.

According to the article 8 of the Federal law from 22 July 2008 №. 123 (as amended on 13.07.2015) "Technical regulations of requirements of fire safety", depending on the types of burning materials and substances fires are divided into classes A, B, C, D, and subclasses A1, A2, B1, B2, D1, D2, and D3.

Table A.1 – Classification of fires

Fire class	Fire class characteristics	Fire subclass	Subclass characteristics
A	Burning solids	A1	Burning of solids, followed by decay (e.g. wood, paper, straw, coal, textiles)
		A2	Burning of solids, not followed by decay (e.g., plastics)

B	Burning liquids	B1	Burning of not soluble in water liquids (e.g., gasoline, ether, fuel oil)
		B2	Burning of soluble in water liquids (e.g., alcohols, methanol, glycerol)
C	The combustion gases (e.g. cooking gas, water, propane)		
D	Burning metals	D1	Burning of light metals, excluding alkali (e.g., aluminum, magnesium and their alloys)
		D2	Burning of alkali and other metals (e.g. sodium, potassium)
		D3	Combustion of metal-containing compounds (e.g., organometallics compounds, metal hydrides)

According to the terms of mass-and heat exchange with the environment, all fires are divided into two large groups – open space and fencing. While classification there should be singled out a group of fires in open spaces – a massive fire, which is understood as a set of separate and continuous fires in settlements, large warehouses of combustible materials, and industrial plants. A separate fire is a fire that occurs in a separate building or structure. Simultaneous intensive burning of the overwhelming number of buildings and structures on the plot is called a continuous fire. During light winds or in the absence of mass fire can transfer into a fire storm.

Fires in enclosures can be divided into two types: fires, regulated by air flow, and fires regulated by fire load.

Fires regulated by ventilation, are the fires that occur with the limited oxygen content in the gas space and abundance of hot substances and materials. The oxygen content in the room is determined by the conditions of its ventilation, i.e. the area of intake holes or the air flow entering the fire room by mechanical ventilation systems.

Fires variable by fire load, are the fires that occur when an excess of oxygen in the indoor air and the development of a fire depends on the fire load. Such fires are close to open space fires by their parameters.

Fires are divided into local and bulky by impact on the fence.

Surround fires in enclosures are called open fires, local fires, fires with closed door and window openings are called closed fires.

Classification of fires based on their similarities and differences is conditional, as the fires can in the course of their development pass from one class or group to another. However, fire extinguishing practice is considered to be necessary, as it allows to determine the methods and techniques of termination of combustion, type of extinguishing agent, the organization of the fighting units to extinguish fires at the moment of fire development.

Dangerous factors of the fire are the factors that can cause injuries, poisoning, loss of life and property damage.

According to article 9 of the Federal law of the Russian Federation of 22 July 2008 № 123 "Technical regulations of requirements of fire safety", fire hazards affecting people and property include:

- flame and sparks;
- heat flow;
- high temperature of environment;
- high concentration of toxic products of combustion and thermal decomposition;
- low oxygen concentration;
- reduced visibility due to smoke.

The accompanying manifestations of dangerous factors of a fire are:

- fragments of the destroyed buildings, structures, constructions, vehicles, technological installations, equipment, units, products and other property;
- radioactive and toxic substances and materials that fall from the destroyed technological installations, equipment, units, products and other property;
- removal of high voltage to conductive parts of process plants, equipment, machines, products and other property;
- explosion hazards in case of fire;
- the impact of extinguishing substances.

Common cause of ignition is the spark rapidly growing into an open flame and bringing considerable material losses, destroying large wooden areas, buildings and causing people's injuries.

Open fire effects on people mainly by radiant flows emitted by the flame. It causes the burns of various severity level.

Fever is one of the dangerous factors of fire. This factor is aggravating, increasing the effect of the flame, and it may be a single dangerous factor, causing people injures and material losses. Inhalation of heated air can burn the upper airways, which leads to suffocation and death. This is connected with the subsequent disruption of the cardiovascular system, due to overheating and intensive salt extraction from the body. Just a few minutes in 100<sup>0</sup>C is fatal. Together with the effect of high temperatures on the human body in case of fire, intense infrared radiation also provides negative effect. The most "simple" impacts of high temperatures are skin burns of various levels.

Smoke is also a dangerous factor. Smoke is a dispersion system made of products of combustion and air, consisting of gases, vapors and hot particles. The volume of the evolved smoke, its density and toxicity depend on the properties of the burning material and conditions of combustion process.

The smoke contains parts of flammable materials. The products of combustion contained in the smoke are detrimental to the future functioning of the body. The concentration of harmful substances in smoke is dangerous, and death may come instantly.

The smoke makes the process of evacuation of people difficult. Because of loss of visibility, evacuation signs are hardly visible, and the movement of people becomes chaotic, uncontrollable, panicle.

Low oxygen concentration is a dangerous factor of fire because reduction of oxygen in a burning building violates brain activity and has a negative impact on the musculoskeletal functions of the body, which in many cases becomes the cause of death.

High concentration of toxic products of thermal decomposition and combustion is also a dangerous factor of a fire. The most dangerous is the carbon monoxide reacting with blood hemoglobin, which leads to intoxication and death.

The calculation of the dangerous fire factors establishes the dynamics of the fire progress.

Table A.2 – Invalid values of dangerous fire factors

Dangerous fire factors	Critical values
Thermal radiation intensity	more than 7,0 kW/m <sup>2</sup>
Temperature	more than 70 degrees Celsius
Minimum visibility	less than 20 m
CO <sub>2</sub> concentration	more than 0,11 kg/m
CO concentration	more than 1,16·10 <sup>-3</sup> kg/m <sup>3</sup>
HCL concentration	more than 2,3·10 <sup>-7</sup> kg/m <sup>3</sup>
O <sub>2</sub> concentration	less than 15%

Calculation of fire effects is needed for calculation of the evacuation time and fire risks. The excess risk above the normative values leads to negative consequences in the form of increasing fire danger.

Death because of dangerous factors of a fire often occurs in residential and public buildings. Great fires lead to high material losses and human victims. In general the loss of life occurs in the early stages of fire development, mainly because of suffocation. The amount of material damage and human victims is determined by the concentration of industrial enterprises, the creation of new fire hazard technologies, increasing population density, the equipment of fire brigades, delayed actions, etc.

## 1.2 The concept of fire tactics

The increasing of complexity of technological processes and increasing of number of objects of national economy increases fire danger. In this regard, more attention is paid to the improvement of professional skills of firemen, increase of

the level of combat readiness, guaranteeing fire protection of ownership and property.

Fire fighting is the main type of actions of fire departments. These actions are done in a variety of settings: in day time and at night, in extremely cold conditions and high temperatures, smoggy and poisoned environment, at the heights and in the cellars, while explosions, distraction and natural disasters. Fighting with fires is accompanied by a combination of the above mentioned conditions, and high stress level.

Fire tactics is a combination of methods and techniques of fire fighting, applied by taking into account the capabilities of fire departments and the specific situation during the fire. Fire fighting agents and people working with these tools make the material basis of fighting with fire. Therefore, one of the important things for fire tactics is a tactical and technical data of fire equipment, properties of extinguishing means and their application rules, as well as ways of flame out.

In recent years, firefighting tactics from a descriptive discipline increasingly became a science, able to explore and identify patterns in the processes of preparation and conduct of combat actions while fighting with the fire.

Tasks of fire tactics are:

- 1) studying of the essence of the processes of development and suppression of fires, as well as establishing of operating processes in these patterns;
- 2) studying of the tactical capabilities of fire departments;
- 3) development of means of action units;
- 4) organization of suppression of fires and control of combat actions when they are fighting;
- 5) organization of tactical training of units, for making of certain military and moral qualities of personnel.

The components of tactics are not only ways of actions of fire-fighting departments, but also actions related to the preparation of fire pre-suppression (transportation to a burning object, reconnaissance of fire, combat deployment) per-

formed in the process of fire extinguishing, as well as management of fire units and keeping them in constant combat readiness.

#### *Leaving and travelling to the place of fire*

Fire-fighting starts from the travelling to the fire place. The fire Department is obliged to arrive to the place of call in the shortest possible time. The time of arrival depends on how quickly, clearly and correctly the dispatcher accepts and processes the message about fire. Another factor determining the time of arrival of a fire brigade to the place of call is dispositional awareness, the selection of the shortest path, constant monitoring of the prevailing situation on the ways of fire vehicles movement.

While travelling to the place of a call, the site commander and personnel determine the operational-tactical features of the object, the presence and characteristics of water sources, as well as indicative ways and methods of putting hose lines, the location of the fire motor ladders, and perform other works connected with the coming fire suppression.

#### *The fire investigation*

The fire investigation is an essential stage of actions of fire-fighting divisions. In the course of its organization, the data about fire are studied and the most appropriate plan of action for fire departments is made. Good investigation allows to fight with fire more effectively. One of the most important moments in the course of the investigation is the situation assess. Upon arrival to the scene of the fire, the commander of the fire division needs to assess the situation. First of all, he should take into account the threat to human life, to determine people's location, and ways of saving. In addition, he should find out what object or substance is burning, to determine the spread of fire, possibility of explosion, poisoning, collapse, the presence of electrical installations and networks under tension, and also the need to open structures.

Only after clarification of all these circumstances, the commander of the fire division shall make the decision to extinguish the fire. The commander of the fire division must have maximum attention, efficiency and professionalism, because

correct and quick assessment of the situation determines the success of fire fighting.

While gathering information it is necessary to find out:

- the size of the area covered by the fire, direction of fire spread, as well as the probable ways of its spread;

- conditions that promote or inhibit the spread of fire: design features and materials of the building, its purpose, the presence of voids, ventilation, protective devices;

- special conditions, making the work of firefighters difficult: using of flammable liquids, explosives, toxic substances, etc.

The absence of any of the listed information does not relieve the commander of the fire Department from making a decision about extinguishing the fire; on the contrary, it is obliged to intensify exploration and to obtain new data to make adjustments in work for extinguishing the fire.

Practice shows that the majority of fires occur in buildings and structures, so the commanders and the personnel of fire departments should know some of the outside signs of the fire that helps them to assess the current situation, for example:

- strong flames out of the window openings indicates intense combustion of combustible objects of the building;

- closed windows in smoky or burning building indicate the absence of people or finding them unconscious;

- the delamination of concrete from reinforcement and its deformation from the load-bearing columns faces the possibility of collapse and destruction;

- the decrease of flame heights of the openings is a sign of the destruction of structures and spread of fire;

- noticeable deflection of metal beams is the sign of the destruction of fittings in the walls and the appearance of buckling of the unprotected steel columns.

In addition, specific parameters of smell, color, noise of smoke and flame allow to determine the burning object and to predict the possibility of fire spread.

The knowledge of these and several other signs allow to make the decision in the course of exploration quicker.

While prospecting, one chooses the most convenient and quick ways of promotion. The commander of the coming fire division needs to find out consulting the administration or staff of the facility about the planning of the burning buildings or structures, peculiarities of the technological process of production, as well as substances that you use and other information necessary for making decisions about suppression of fire.

However, it is impossible to spend a lot of time on clarification of all circumstances, especially at the beginning. At the same time you must identify measures necessary for elimination of a fire and saving people.

#### *Rescue people from fire*

To rescue people in fire is a sacred duty of each employee of fire protection, who is obliged to give immediate help to people in fire, which is his main duty. So, the first thing is to find out who arrived to the place of the call. The commander of the fire division must determine a threat to people's lives in a burning building (construction).

As a rule, the saving of people should take place while fighting fire, as in most cases the rapid fire termination becomes the means of saving. The flow of trunks is needed at the places where people are directly threatened by the fire or in the evacuation ways. If the forces and means for simultaneous saving and suppression are not enough, it is necessary to organize the work for the saving of people.

Ways and means of saving and evacuation of people can be various both with and without the use of technical means of fire protection. The main ones are:

- independent evacuation of people in the safe direction or their evacuation under the supervision of firefighters;
- using of stationary and portable fire-escapes with the help of ladders, articulated lifts, ropes, safety devices and accessories;
- evacuation of people who are unable to move on their own.

By choosing the means and method of saving, the head of fire-fighting brigade should be aware of the number of people under protection, of the available fire-fighting forces, and the possibility of additional fire units to arrive. These leads to the choice of means of saving and allows to determine the time during which these or other means can be prepared for action.

The situation becomes much more difficult in case of the mass people rescue. As people are prone to panic, it's important to make psychological influence on people. The fact of the arrival of firefighters, the clarity and rapidity with which they act, have a positive impact and make people calm.

Rescue works are stopped only in case when it is determined that there are no people in a burning building.

#### *Combat deployment of the fire guard*

Combat deployment of the fire guard is getting of forces and means in a condition of readiness to perform combat mission at fire. It requires perfect actions of fighting crews, knowledge of their duties, quick action, brought to automatism, maximum physical tension; the fire management stuff should be aware of tactical capabilities of their units and the technique available. The chief of a fire department should take into account the real possibilities of a fire forces under his command.

#### *Fire fighting*

Fire fighting is the main activity of fighting fire departments. Successful suppression of fire is achieved thanks to in a quick concentration, bringing of necessary forces and means in the main direction, determined and skillful attack to the burning object. It is very impotent to be a skilled commander.

There also should be skilled leadership and the right initiative work, high professional skills of the personnel of fire departments. During fire-fighting, such qualities of fire fighters as courage, bravery, determination, resourcefulness, self-control and endurance are necessary. Successful suppression depends in many cases on the introduction of the first shafts on the main way of the fire developing, where there is danger is to people, the risk of explosion, an intense fire spreading.

The following principles are decisive in determining the direction of the fire-fighting, and the commander of the fire division must be guided by the following principles:

- if the fire threatens people and their rescue is impossible without the introduction of trunks, the main forces and means of divisions of fire protection are focused to ensure rescue operations;

- if the part of the object is in fire and it spreads to other parts or neighboring structures, forces and means are focusing on areas where flames spread may cause the greatest damage;

- if burning covers a separate building (construction) and there is no threat of distribution of fire on nearby objects, the main forces and means and are focused in areas of most intense burning;

- if burning covers a building, not representing any special value, and endangers located in close proximity to the object, the main forces and means are focused on suppression of a burning building (structure);

- if there a threat of explosion the fire-fighting forces and means are focused in the places where the actions of the units will ensure the prevention of explosion.

Of course, when considering these factors, the head of extinguishing must take into account many other details specific to each case of fire, but these five principles should be fundamental.

After taking decision of fire extinguishing, the head of fire-fighting brigade should briefly and clearly state the problem and explain it to his subordinates.

Liquidation of most fires leads to the need of dissection and disassembly of constructions. This is the most time-consuming work at the fire, requiring considerable physical efforts, especially if it is carried out in conditions of strong smoke and high temperatures. Therefore, the commander of fire extinguishing needs to define the purpose and scope of works, as well as the number of firefighters required to perform them. This is important not only for quick elimination of the source of combustion, but in order to avoid unnecessary damage and surge personnel.

Stripping and dismantling of structures is carried out to ensure rescue operations and the evacuation of property, to detect hidden sources of combustion, to apply extinguishing substances most successfully, to create gaps to stop the fire development, to remove smoke and gases, to eliminate the threat of collapse, and penetration of fire or inside the building.

Well-thought actions on opening and disassembly of the structures followed by simultaneous application of extinguishing substances greatly increase the speed and effectiveness of firefighting.

A particular concern to firefighters during fire suppression should be correct and efficient use of extinguishing agents. It is necessary to consider all the possible effects of their use, able to cause the equipment, building, or material losses, which is especially important when using water for fire extinguishing. Analysis of extinguishing means of individual fires shows that improper and irrational use of water trunks causes considerable damage to material assets, so the head of the fire division must pay constant attention to choice of effective and efficient extinguishing agents for fire suppression.

An important stage of fighting fire is its localization. During this stage the fire-fighting personnel requires maximum strength of their professional skills and tactical training.

Successful localization of the fire in many respects depends on the correctly chosen decisive direction. A localized fire can be considered when the spread of the fire is limited and there is the ability to eliminate its available forces and means. The quick limit of fire spread depends largely on the size of the damage.

The final period of actions of fire Department is fire suppression. During this period the actions of the firefighters are aimed at the total elimination of burning. The length of this period depends largely on the skill of the firemen, skillful maneuvering of the available forces and means, a continuous supply of extinguishing agents. However, one of the common mistakes of those responsible for firefighting operation in this period is reduction or sometimes complete cessation of fire control. Therefore, in order to avoid re-occurrence of fire, the head of extin-

guishing brigade should inspect the place of burning after the fire liquidation and ensure that such a possibility is completely excluded. In case of doubt, it is necessary to leave a part of fire-fighting forces at the fire place to suppress possible re-ignition.

### 1.3 People safety in case of fire emergency

In case of fire in buildings with mass amount of people, their safety must be ensured by:

1. Space-planning and constructive solutions of evacuation ways, rational planning, well thought-out directions of evacuation.
2. Engineering solutions, aimed at limiting of the fire spread and products of combustion, rapid elimination of fire in case of its occurrence (fire barriers, smoke protection systems, fire extinguishing systems and alarm systems).
3. The restrictions of the use of flammable materials and materials that can quickly distribute the combustion along the surface, for decoration, through which the movement of the people (hallways, corridors, stairs) is organized.
4. Regular maintenance of proper condition of ways of evacuation and special equipment, allowing to carry out fast and organized evacuation of people in case of fire or other emergency.
5. Avoiding storage of explosives, flammable or combustible liquids, and other materials and substances prone to inflammation in areas of permanent people residence and buildings basements.
6. Training of personnel for actions in case of fire and forced evacuation of people (call for fire support, the ability to use firefighting equipment, helping people while mass evacuation).
7. The establishment of a systematic control over the obeying fire safety rules during repair works, in the process of exploitation of electrical installations, heating devices, electrical appliances, TV and special installations.

## Приложение Б

(обязательное)

Форма отчета о пожарно-тактическом состоянии объекта

Начальнику отдела пожарной безопасности  
Томского политехнического университета  
Яруллину К.А.

### Отчет

о текущем пожарно-техническом состоянии Научно-технической  
библиотеки Томского политехнического университета

В соответствии с Вашим поручением от «\_\_\_»\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
была проведена проверка текущего пожарно-технического состояния объек-  
та. Во время проверки были выявлены изменения в пожарно-техническом со-  
стоянии объекта, представленные в таблице 1.

На основании проведенной проверки можно судить о необходимости  
выполнения перерасчета пожарного риска в Научно-технической библиотеке  
Томского политехнического университета.

---

(должность)

---

(дата, подпись)

---

(ФИО)

## Приложение В

(обязательное)

### Методический план проведения комплексных пожарно-тактических учений

УТВЕРЖДАЮ

Начальник

\_\_\_\_\_

(подразделение)

\_\_\_\_\_

(специальное звание)

\_\_\_\_\_

(подпись, Ф.И.О.)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Методический план

проведения комплексного пожарно-тактического учения на научно-технической библиотеке Томского политехнического университета (далее – НТБ ТПУ)

**Тема:** Тушение пожара на объектах с массовым пребыванием людей (Научно-техническая библиотека Томского политехнического университета – ул. Белинского, 55)

**Вид занятия:** практический

**Отводимое время:** 2 часа

**Цель учения:**

1. Комплексная оценка уровня противопожарной устойчивости здания НТБ ТПУ, отработка планов взаимодействия сил и средств территориальной подсистемы РСЧС при ликвидации пожара в зданиях с массовым пребыванием людей.

2. Проверить:

– боеготовность подразделений пожарной охраны Томского гарнизона к тушению пожаров на объектах с массовым пребыванием людей;

– уровень подготовки начальствующего состава по руководству действиями пожарных подразделений и выполнении ими обязанностей должностных лиц на пожаре (РТП, НШ, НТ, НУТП).

**Средства имитации, используемые при проведении занятия:** флажки (красные, синие, желтые), дым театральный.

**Литература, используемая при проведении занятия:**

1. Организационно-методические указания по тактической подготовке начальствующего состава ФПС МЧС России (Утверждены Главным военным экспертом МЧС России генерал-полковником П.В.Платом 28.06.2007 г.)

2. Я.С. Повзик – Учебник «Пожарная тактика»: М.: ЗАО «СПЕЦТЕХНИКА»-416 с.

3. Приказ МЧС России от 31.12.2002 г. № 630 «Об утверждении и введении в действие правил по охране труда в подразделениях ГПС МЧС России»

4. Наставления по газодымозащитной службе ГПС МВД России. Приказ МВД России от 30.04.96 г. № 234 –М.: МВД РФ, 1996 – 162с.

6. Методические рекомендации по организации и проведению занятий с личным составом газодымозащитной службы ФПС МЧС России (Утверждены Главным военным экспертом МЧС России генерал-полковником П.В.Платом 30.06.2008 г.)

7. Громковенко О.Л., Сверчков Ю.М. Методические указания к решению тактических задач по теме «Основы прогнозирования обстановки на пожаре. Локализация и ликвидация пожаров» - М.:МИПБ МВД России, 1999. – 39с.

Таблица В.1 – Развернутый план занятия

№ п/п	Учебные вопросы (включая контроль занятий)	Время (мин)	Содержание учебного вопроса, метод отработки и материальное обеспечение (в том числе технические средства обучения) учебного вопроса
1.	Характеристика объекта условного пожара	5	НТБ ТПУ располагается в одном здании по адресу: 634034, г. Томск, ул. Белинского, 55. Площадь объекта 13860,7 м <sup>2</sup> , здание трехэтажное, размеры здания 65х80 м, здание библиотеки соответствует 3 степени огнестойкости.

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Учебные вопросы (включая контроль занятий)	Время (мин)	Содержание учебного вопроса, метод отработки и материальное обеспечение (в том числе технические средства обучения) учебного вопроса
			<p>Фундамент здания – бутовый, наружные стены кирпичные, кровля битумная; перекрытия бетонные, внутренние стены и перегородки кирпичные, деревянные. Внутренняя отделка стен: окраска по штукатурке, евро-панели, евро-отделка. Горючие материалы в отделке помещений: дерево, линолеум, пластик. В здании имеется 1 главный вход и 2 запасных выходов.</p> <p>В библиотеке находится 600 человек (с 8-00 до 22-00). Возраст от 18 до 50 лет, состояние людей удовлетворительное. Места сосредоточения людей в ночное время: 1 человек (с 22-00 до 8-00) – вахта, возраст от 35 до 50 лет.</p> <p>Для обеспечения пожарной безопасности смонтирована система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в здании, автоматическая пожарная сигнализация, место расположения ПУ в помещении вахтовой службы на 1-ом этаже, порядок задействования ПУ – ручной или автоматический режим; установки пожаротушения отсутствуют, выхода оборудованы световыми табло, установки дымоудаления отсутствуют.</p> <p>Водоснабжение внутреннее: общее количество пожарных кранов – 15 штук, одновременно можно задействовать 1 ПК, водоотдача сети 12 л/с, насосы повысители отсутствуют. Места расположения указаны на поэтажных планах. Водоснабжение наружное: 1 ПГ К-225 ул. Беллинского, 55, расстояние 35 м; 2 ПГ К-150 ул. Пирогова, 13, расстояние 125 м.</p> <p>Имеются первичные средства пожаротушения – огнетушители, в рабочем состоянии, исправны.</p>
2.	Оценка действий дежурного персонала	5	Руководитель занятия ставит вводную дежурному персоналу и отслеживает его действия.

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Учебные вопросы (включая контроль занятий)	Время (мин)	Содержание учебного вопроса, метод отработки и материальное обеспечение (в том числе технические средства обучения) учебного вопроса
3.	Оценка обстановки на пожаре на момент прибытия РТП-1	15	<p>Объявить оперативное время, в которое предстоит действовать обучаемым, довести до обучаемых обстановку, складывающуюся на условном пожаре на момент прибытия РТП-1.</p> <p>РТП-1, доложить об оценке обстановки на момент прибытия.</p> <p>Руководитель занятия разноцветными флажками моделирует обстановку пожара и контролирует действия РТП-1 и отдачу распоряжений пожарным расчетам.</p>
4.	Оценка действий РТП-1 по проведению боевого развертывания и разведки пожара	20	<p>РТП-1, доложить на ЦППС об оценке обстановки, постановки задач боевым расчетам ПЧ-2 и принятии решений в ходе проведения разведки пожара.</p> <p>Пожарные расчеты выполняют боевое развертывание с установкой ПА на водосточник, прокладкой магистральных и рабочих линий.</p> <p>Руководитель занятия контролирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- РТП-1 в выборе решающего направления, отдачу команд пожарным расчетам по проведению боевого развертывания и организации разведки пожара;</li> <li>- командиров отделения в руководстве действиями личного состава.</li> </ul>
5.	Оценка действий РТП-1 по расстановке прибывающих сил и средств и организации боевых действий	20	<p>РТП-1, доложить на ЦППС об оценке обстановки на момент прибытия дополнительных сил и принятии решений по их применению.</p> <p>Прибывающие подразделения по команде РТП-1 проводят боевое развертывание с прокладкой магистральных и рабочих линий.</p> <p>Руководитель занятия контролирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- РТП-1 по организации спасения людей, встрече и расстановке прибывающих сил и средств, вводу стволов на решающем направлении и передаче оперативной информации на ЦППС;</li> <li>- командиров отделения в руководстве действиями личного состава;</li> <li>- пожарных приемов и способам работы с пожарно-техническим вооружением.</li> </ul>

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Учебные вопросы (включая контроль занятий)	Время (мин)	Содержание учебного вопроса, метод отработки и материальное обеспечение (в том числе технические средства обучения) учебного вопроса
6.	Соблюдение требований правил охраны труда участниками тушения условного пожара	во время проведения практической части	<p>РТП-1 отдает распоряжения личному составу подразделений задействованных в тушении условного пожара, в соответствии с требованием Правил по охране труда в подразделениях ГПС МЧС России.</p> <p>Руководитель занятий контролирует правильность отдаваемых распоряжений РТП-1 и выполнение личным составом действий по тушению условного пожара с соблюдением требований охраны труда.</p>
7.	Подведение итогов занятия	15	<p>Построение личного состава подразделений задействованных в занятии по решению ПТЗ.</p> <p>Руководитель занятий дает оценку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- действий пожарных;</li> <li>- работе и слаженности отделений;</li> <li>- оценить работу, выдать рекомендации действиям РТП, ПНК, командирам отделений;</li> <li>- обратить внимание на соблюдение техники безопасности при проведении боевого развёртывания;</li> <li>- дать оценку взаимодействия РТП и обслуживающего персонала.</li> </ul> <p>Руководитель занятия излагает сущность тактического замысла, задачи и цель занятия, после чего выступают командиры отделений, которые докладывают о своих действиях согласно полученным распоряжениям от РТП и складывающейся на пожаре обстановке, характеризуют работу личного состава отделений. После этого РТП докладывает о ходе выполнения поставленной задачи, положительных и отрицательных сторонах работы личного состава караула.</p> <p>В заключении выступает руководитель занятия с обобщенными выводами.</p> <p>После общего подведения итогов занятия руководитель отдельно от всего личного состава детально разбирает действия командиров отделений в присутствии начальника караула и отдельно действия начальника караула.</p>

**Пособия и оборудование, используемые на занятии:** пожарная техника, пожарно-техническое вооружение и оборудование, СИЗОД.

**Задание для самостоятельной работы слушателей и подготовка к следующему занятию:** изучить приёмы и способы при тушении пожаров на объектах с массовым пребыванием людей.

Руководитель занятия:

---

(должность)

---

(звание, Ф.И.О.)

---

(дата, подпись)

## Тактический замысел учений

Пожар произошел в левом крыле второго этажа библиотеки в учебной аудитории во время занятий на площади  $17,2 \text{ м}^2$ . Распространение сначала идет по круговой форме, а затем при достижении стен по прямоугольной форме в двух направлениях. Через открытую дверь аудитории пожар проник в коридор, создалась угроза распространения пожара на вышележащий этаж и соседние аудитории.

### Расчет сил и средств

Исходные данные для проведения расчета:

- линейная скорость развития пожара  $V_l=0,5 \text{ м/мин}$ ;
- интенсивность подачи огнетушащих веществ (воды)  $I_{mp}=0,08 \text{ л/м}^2 \text{ с}$ ;
- размеры помещения  $2,9 \times 5,9$ ;  $h=3,45 \text{ м}$ .

Определяем обстановку на момент прибытия первого пожарного подразделения (ПЧ-2). Для этого рассчитаем время свободного развития пожара:

$$T_{св} = T_{д.с.} + T_{сб} + T_{сл} + T_{б.р.} = 5 + 1 + 5 + 3 = 14 \text{ минут},$$

где  $T_{д.с.}$  – время обнаружения пожара и сообщения в ПЧ – принимаем за 5 минут;

$T_{сб}$  – время сбора личного состава и выезда по тревоге – принимаем за 1 мин.;

$T_{сл}$  – время следования к месту пожара – 5 минут;

$T_{б.р.}$  – время боевого развертывания до введения первого ствола – принимаем за 3 мин.

Расстояние, на которое переместится фронт пожара от очага его возникновения за время свободного развития, составит:

При  $T_{св} > 10$  минут, следовательно:

$$R^{14} = 0,5 \cdot 10 \cdot V_l + V_l (T_p - 10) = 5 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 4 = 4,5 \text{ м}$$

где  $V_l$  – линейная скорость распространения горения;

$T_{св}$  – время свободного развития.

Так как расстояние, пройденное фронтом пожара, превышает ширину помещения, то пожар примет прямоугольную форму, следовательно, площадь пожара рассчитываем по следующей формуле:

$$S_{П}^{14} = a \cdot R^{14} = 2,9 \cdot 4,5 = 13,05 м^2$$

Так как тушение можно проводить с одной стороны, то площадь тушения пожара будет равна:

$$S_T^{14} = n \cdot a \cdot h_T = 1 \cdot 2,9 \cdot 5 = 14,5 м^2$$

Определяем требуемый расход воды на тушение пожара:

$$Q_{mp}^{14} = S_T^{14} \cdot J_{mp} = 14,5 \cdot 0,08 = 1,2 л/с$$

Определяем требуемое количество стволов РСП-50 с диаметром насадки 13 мм на тушение:

$$N_{ств.}^{mp.} = Q_{mp}^{14} / q_{ств.} = 1,2 / 3,7 = 1 \text{ ствол «Б»},$$

где  $q_{ств.} = 3,7$  л/с – расход воды из ствола «Б»

Определяем фактический расход воды на тушение пожара:

$$Q_{ф.туш}^{14} = \sum n_{ств.} \cdot q_{ств.} = 1 \cdot 3,7 = 3,7 л/с$$

Так как  $Q_{тр}^{14} < Q_{ф}^{14}$ , то, следовательно, должна наступить локализация пожара, однако дополнительно необходимо:

- 1 ствол «Б» (звеном ГДЗС) для защиты смежных помещений;
- 1 ствол «Б» (звеном ГДЗС) для защиты вышележащего этажа.

Определяем фактический расход воды для защиты:

$$Q_{ф.защ} = \sum n_{ств.} \cdot q_{ств.} = 2 \cdot 3,7 = 7,4 л/с$$

Следовательно, фактический расход воды для целей пожаротушения составляет:

$$Q_{ф} = Q_{ф.туш} + Q_{ф.защ} = 3,7 + 4,7 = 11,1 л/с$$

Рассчитаем требуемое количество АЦ для подачи огнетушащих веществ:

$$N_{АЦ} = Q / 0,8 \cdot Q_{АЦ} = 11,1 / 0,8 \cdot 40 = 1 \text{ АЦ-40}$$

Определяем количество личного состава необходимого на тушение пожара:

$$N_{л/с} = 3 \cdot N_{ств(м)} + 3 \cdot N_{ств(з)} + 3 \cdot N_{резерв(ГДЗС)} + 1 \cdot N_{ПБ} + 1 \cdot N_{РТП} + 1 \cdot N_{св} = 3 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 3 \cdot 1 + 1 \cdot 3 + 1 + 1 = 17 \text{ человек}$$

где  $N_{л/с}$  – численность личного состава;

$N_{ств(м)}$  – количество стволов РСП -50 на тушение;

$N_{ств(з)}$  – количество стволов РСП -50 на защиту соседних помещений;

$N_{св}$  – из числа личного состава для связи с РТП, НШ, НТ;

$N_{РТП}$  – руководитель тушения пожара;

$N_{ПБ}$  – кол-во людей, занятых на посту безопасности (по числу постов ГДЗС).

Определяем количество отделений необходимое на тушение:

$$N_{отд.} = \frac{N_{лс}}{5} = \frac{17}{5} = 4 \text{ отделения}$$

Согласно расчету количества привлекаемой техники и объему выполняемых работ принимаем ранг пожара № 2.

Администрацией библиотеки передана информация о возгорании в учебной аудитории в ЦУКС ФПС, принимаются меры по организации эвакуации. Осуществляются действия, предусмотренные инструкциями на случай пожара.

Диспетчером ЦУКС ФПС передано сообщение о загорании в здании НТБ ТПУ во все службы жизнеобеспечения, необходимых при проведении аварийно-спасательных работ и тушению пожара.

Таблица В.2 – План проведения комплексных пожарно-тактических учений

Оперативное время	Обстановка на условном пожаре	Ожидаемые действия, приказы и распоряжения РТП, НШ, НТ, НУТ и т.д., расчет сил и средств	Примечания
Ч+00	При взрыве системного блока компьютера произошло возгорание в учебной аудитории на втором этаже в левом крыле. Из комнаты начинает идти дым.	В учебной аудитории на момент возгорания находится 15 человек.	На вахте, расположенной у центрального входа, посредник вручает вводную и контролирует последовательность действия администрации объекта. Имитаторы имитируют обстановку при помощи красных флажков – горение, синих – задымление в коридоре, театральный дым в помещении аудитории.
Ч+02	Студенты оповещают дежурного вахтера о пожаре.	Дежурный вахтер, услышав оповещение: – убеждается в возникновении пожара по наличию вторичных признаков (дым, огонь); – закрывает дверь в коридор от аудитории для ослабления задымления коридора; – сообщает по телефону «01» о пожаре; – через дежурного электрика организует отключение электроэнергии; – помогает организовывать эвакуацию студентов из помещений 3-го и 2-го этажей.	Посредник контролирует последовательность и время действия персонала.
Ч+03	Аудитория горит по всей площади, угроза распространения пожара в коридор, соседние аудитории.	Диспетчер, получив сообщение от дежурного вахтера библиотеки выясняет: – данные по пожару в соответствии с алгоритмом действий; – высылает к месту условного пожара силы и средства согласно расписанию выездов по вызову «Пожар № 2»; – сообщает службам жизнеобеспечения города (полиция, скорая помощь и т.д.).	Посредник проводит хронометраж времени эвакуации. Диспетчер информирует начальника караула о ближайших водоисточниках, передает информацию о количестве людей на объекте и их возможном состоянии.

Продолжение таблицы В.2

Оперативное время	Обстановка на условном пожаре	Ожидаемые действия, приказы и распоряжения РТП, НШ, НТ, НУТ и т.д., расчет сил и средств	Примечания
Ч+08	<p>На пожар прибывает дежурный караул ПЧ-2 (2 АЦ-40, 1 АЛ-30). Представитель объекта докладывает начальнику караула ПЧ-2 о принятых мерах по эвакуации людей и их дальнейшему размещению, а также о не эвакуированных людях, находящихся на втором этаже из-за задымления.</p>	<p>РТП (начальник караула ПЧ-2):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– оценивает обстановку по внешним признакам и полученной информации от администрации библиотеки о характере пожара и проведении эвакуации людей;</li> <li>– подтверждает ранг пожара №2;</li> <li>– запрашивает к месту вызова наряды ДПС для ограничения движения по ул. Белинского и кареты скорой помощи для оказания медицинской помощи пострадавшим;</li> <li>– уточняет у представителя объекта сведения о пожаре, количество не эвакуированных и принятых мерах по эвакуации людей из здания;</li> <li>– сообщает на ЦППС о вызове № 2, и принимает решение:</li> </ul> <p>1) Командиру 1-го отделения: установить автомобиль на ПГ-1, организовать звено ГДЗС 1, проложить магистральную линию с подачей одного ствола «Б» по лестничной клетке от АЦ для проведения разведки пожара, защиты путей эвакуации, направить одного человека для работы ПБ.</p> <p>2) Командиру 2-го отделения: провести боевое развертывание с установкой автомобиля на ПГ-2, проложить 1 магистральную линию с подачей одного ствола «Б» на защиту вышележащего помещения. Направить звено ГДЗС 2 на эвакуацию людей со второго этажа из оконных проемов с помощью автолестниц</p>	<p>Посредник контролирует последовательность и время действия РТП, выполнение правил ТБ личным составом. Следит за четкостью отдачи распоряжений командирам отделений, четкостью выполнения команд боевыми расчетами и передачи оперативной информации с места пожара.</p>

Продолжение таблицы В.2

Оперативное время	Обстановка на условном пожаре	Ожидаемые действия, приказы и распоряжения РТП, НШ, НТ, НУТ и т.д., расчет сил и средств	Примечания
		Оценив обстановку о недостаточности применении одной автолестницы, РТП дает запрос на АЛ-30 ПЧ 1.	
Ч+15	Происходит увеличение площади пожара. На пожар пребывает дежурный караул ПЧ-1 в составе трех отделений (2 АЦ-40, 1 АЛ-30)	РТП отдает распоряжения: – АЦ 2 отделения ПЧ-1 в резерв; – 1 отделения ПЧ-1 от магистральной линии ствол «Б» звеном ГЗДС 3 на защиту от пожара соседних помещений. – АЛ-30 на эвакуацию людей со второго этажа	Руководитель занятия контролирует правильность выполнения распоряжений РТП личным составом, правильность работы с ПТВ и выполнение правил ТБ личным составом.
Ч+30	Пожар в библиотеке локализован: 3 ствола «Б», 3 звена ГЗДС на $S_{п}=13,5\text{ м}^2$ .	РТП по радиостанции передает в ЦУКС, что пожар локализован 3 стволами «Б», 3 звеньями ГЗДС на $S_{п}=13,5\text{ м}^2$ . Проводится разборка и проливка деревянных конструкций и мебели, проверка смежных и верхнего помещений.	Руководитель занятия контролирует правильность передачи РТП оперативной информации с места условного пожара.
Ч+50	Пожар в библиотеке ликвидирован: 3 ствола «Б», 3 звена ГЗДС на $S_{п}=13,5\text{ м}^2$ .	РТП передает в ЦУКС, что пожар ликвидирован, проводится свертывание сил и средств, проверка ПТВ и пожарной техники Руководитель учений даёт «Отбой» учениям.	Руководитель занятия контролирует отдачу команд начальниками караулов командирам отделений и выполнение личным составом распоряжений по сбору ПТВ и соблюдению правил ТБ.