

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент магистратуры

(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Формирование механизма обеспечения пожарной безопасности  
предприятия на примере управления пожарным риском ООО «Защита»

Студент

М.И. Серeda

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_  
(личная подпись)

Научный  
руководитель

Кандидат технических наук, доцент, И.И.Рашоян

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

## Содержание

Введение.....	3
Термины и определения .....	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Теоретические основы расчетов по оценке пожарного риска.....	9
1.1 Понятие риска и его место в системе безопасности.....	9
1.2 Пожарные риски и их виды.....	17
2 Анализ и оценка пожарного риска в ООО «Защита» .....	26
2.1 Краткая характеристика объекта защиты.....	26
2.2 Анализ пожарной опасности объекта .....	26
2.3 Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций.....	30
2.4 Построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития.....	32
2.5 Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития .....	34
2.6 Анализ систем обеспечения пожарной безопасности объекта .....	38
2.7 Расчет пожарного риска на объекте.....	40
3 Формирование механизма обеспечения пожарной безопасности ООО «Защита» путем управления пожарным риском.....	53
3.1 Методология управления пожарными рисками.....	53
3.2 Разработка комплекса предлагаемых инновационных мероприятий по снижению пожарных рисков на объекте .....	54
3.3 Оценка пожарного риска на объекте по результатам внедрения комплекса мероприятий .....	60
Заключение .....	72
Список используемых источников.....	74
Приложение А План эвакуации людей из помещений административного здания ООО «Защита».....	78
Приложение Б План-схемы этажей здания ООО «Защита».....	81

## **Введение**

### **Актуальность и научная значимость настоящего исследования**

По мере того, как здания становятся все более сложными, а архитекторы все больше расширяют рамки проектирования, жизненно важно учитывать последствия для пожарной безопасности новых зданий или других проектов строительства или реконструкции на этапе концептуального проектирования.

Исторически противопожарное проектирование зданий рассматривалось как ограничение инновационного дизайна, но это не всегда так. Многие инновационные строительные конструкции теперь используют технику пожарной безопасности, а не полагаются исключительно на функциональные нормы. Такой подход может позволить архитекторам создавать инновационные рентабельные конструкции при соблюдении требований пожарной безопасности.

Ключевым компонентом обязанностей компании по обеспечению пожарной безопасности и предотвращения пожаров является проведение оценки пожарного риска. Оценка пожарного риска позволит выявить такие проблемы, как место и способ возникновения пожара в помещении, включая источники возгорания и топливо, кто будет в опасности и почему, а также шаги, которые потребуются для устранения или снижения риска возгорания.

Таким образом, оценка пожарного риска является чрезвычайно важным документом

Оценка пожарного риска, среди прочего, рассматривает существующие меры противопожарной безопасности и меры контроля, а также выделяет возможные улучшения, которые могут быть внесены, чтобы снизить вероятность возникновения пожара на рабочем месте, который затем может представлять опасность для персонала.

Все вышеперечисленное определило актуальность темы исследования магистерской диссертации Формирование механизма обеспечения пожарной

безопасности предприятия на примере управления пожарным риском ООО «Защита». На основании проведенного анализа и оценки целью исследования является разработка мероприятий по снижению риска возникновения пожара в административном здании ООО «Защита».

**Объект исследования:** система обеспечения пожарной безопасности ООО «Защита».

**Предмет исследования:** механизм обеспечения пожарной безопасности предприятия на примере управления пожарным риском ООО «Защита».

**Цель исследования:** исследование и разработка комплексных систем управления пожарными рисками на примере объекта административного здания ООО «Защита».

**Гипотеза исследования состоит в том, что** мероприятия по улучшению пожарной безопасности влияют на уровень пожарного риска в административных зданиях с пребыванием людей.

**Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:**

- Проверить теоретические основы расчета, чтобы оценить риск возгорания, определить его характер и место в системе безопасности.
- Описать систему охраны административного здания ООО «Защита» и оценить меры, принимаемые по защите от пожара.
- Провести анализ и оценку пожарного риска в страховых объектах: определение частоты возникновения пожаров; рассчитать индивидуальный риск возгорания.
- Разработать меры по снижению пожароопасности административного здания ООО «Защита».

**Теоретико-методологическую основу исследования составили:** нормативные документы, законодательства и локальные акты, работы ученых по проблемам пожарной безопасности, материалы научных и практических конференций по различным аспектам исследуемой проблемы

### **Методы исследования:**

Для решения задач диссертационного исследования использовались как теоретические методы (системно-структурный подход, анализ и синтез, восхождение от абстрактного к конкретному, проектирование, конструирование), так и эмпирические (создание, и теоретическое обобщение данных по пожарным рискам в административных зданиях с нахождением людей).

**Опытно-экспериментальная база исследования:** Общество с ограниченной ответственностью «Защита».

### **Научная новизна исследования заключается в:**

- формировании механизма обеспечения пожарной безопасности объектов путем управления пожарным риском;
- разработке методических рекомендаций по повышению уровня пожарной безопасности предприятия.

### **Теоретическая значимость исследования заключается в:**

- постановке и решении проблемы научного обоснования пожарных рисков на примере объекта исследования;
- осуществлении оценки пожарного риска на объекте исследования;
- выдвижении и реализации идеи улучшения пожарной безопасности предприятия.
- разработка мероприятий по снижению пожарного риска на объекте.

### **Практическая значимость исследования:**

Предложенное мероприятия, а именно, установка комплексной противопожарной системы снизит уровень пожарного риска в административных зданиях с пребыванием людей.

**Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:** изучением состояния разработки проблемы в существующей теории и практике; комплексным использованием разнообразных методик проведения исследования; теоретическим

обобщением передового научного опыта и его развитием; внедрением позитивных результатов исследования на предприятии. Результаты внедрения предложенных мероприятий оценены расчетным путем. Внедрение противопожарной защиты, включающей пожарные извещатели, дымовые датчики и самозакрывающиеся двери приведет к уменьшению расчетного времени эвакуации с 3,12 минут до 2,94 минут, что соответствует необходимому времени эвакуации при пожаре.

**Личное участие автора в организации и проведении исследования.** Состоит в определении современного, состояния разработки проблемы исследования; обосновании концептуальных положений и проектировании системы оценки производственной безопасности; анализе полученных результатов экспериментальных исследований; формулировании выводов и установленных в исследовании связей и закономерностей; оформлении результатов исследования; предложении о внедрении сформулированных в исследовании положений и рекомендаций.

**Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования.**

Публикация статьи на тему: Формирование механизма обеспечения пожарной безопасности путем управления пожарным риском в международном научно-практическом журнале «Экономика и социум» № 12 (79) 2020г.

**На защиту выносятся:**

- Результаты анализа пожарного риска на объекте до и после внедрения комплекса мероприятий.
- Комплекс предлагаемых инновационных мероприятий по снижению пожарных рисков на объекте.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, трех разделов, заключения, содержит 15 рисунков, 16 таблиц, список использованной литературы (30 источников). Основной текст работы изложен на 83 страницах.

## Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Горючая пыль – это мелкодисперсные горючие частицы, представляющие опасность пожара или взрыва. Эти материалы используются в различных отраслях промышленности, включая лесную, химическую и сельское хозяйство. Горючая пыль может образовываться из более крупных кусков материалов, которые не считаются пожароопасными.

Горячие работы – это любая производственная деятельность, которая создает источник возгорания, например, искру, пламя или сильное тепло. К распространенным видам горячих работ относятся сварка, шлифовка металла и резка металла горелкой.

Допустимый пожарный риск – «пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий» [22].

Индивидуальный пожарный риск – «пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара» [22].

Пожарный риск – «мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и её последствий для людей и материальных ценностей» [22].

Температура вспышки химического вещества – это самая низкая температура, которая вызовет испарение и накопление горючей концентрации газа, который воспламенится при воздействии источника воспламенения.

Температура самовоспламенения – это самая низкая температура, при которой концентрация газа воспламеняется без источника воспламенения.

## **Перечень сокращений и обозначений**

В настоящей работе применяют следующие сокращения и обозначения:

АУГП – автоматическая установка газового пожаротушения;

АЭС – атомная электростанция

ГОТВ – газообразные тушащие вещества;

НИР – научно-исследовательская работа;

МЧС – Министерство чрезвычайных ситуаций;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

ОТВ – огнетушащие вещества;

ОФП – опасные факторы пожара;

УГП – установка газового пожаротушения.

# **1 Теоретические основы расчетов по оценке пожарного риска**

## **1.1 Понятие риска и его место в системе безопасности**

Рассмотрим понятие риска. Обсуждая концепции риска, безопасности и защищенности, люди интуитивно понимают, что означают эти концепции, и до определенного уровня это понимание универсально.

Риск и безопасность часто предлагаются как антонимы, но это верно лишь отчасти и не соответствует самым современным, более всеобъемлющим взглядам на риск и безопасность [4].

Аналогичным образом, безопасность и защищенность часто рассматриваются как совершенно разные области знаний и исследований, отделенные друг от друга, в то время как другие точки зрения могут больше подчеркивать сходство, которое можно найти между двумя концепциями, и то, как их можно рассматривать как синонимы [6].

Восприятие и осведомленность в отношении концепций безопасности, защищенности и риска в последние годы эволюционировали от узкой и специализированной точки зрения к более целостному взгляду на связанные вопросы и подходу к ним. Однако это понимание не обязательно является общей точкой зрения. Весь мир понимает, что означают слова, и в собственном восприятии, как их можно понять. Однако, открывая дискуссию о том, что это за концепции на самом деле, и как следует изучать или иметь дело с ними, это, скорее всего, закончится онтологическими и семантическими дебатами из-за различных взглядов, восприятий и определений, которые существуют.

При обучении в области науки о безопасности трудно найти однозначные определения и параметры, которые четко связывают безопасность, защищенность и риск. Изучив научную литературу по безопасности, можно сделать вывод, что на вопрос «что такое безопасность»

можно ответить разными способами, и что очень трудно найти четкое определение его противоположности.

Как следствие, изучение концепций риска, безопасности и защищенности показывает, что не существует по-настоящему общепринятой и широко используемой семантической основы для использования в науке о безопасности. Аналогичным образом, такое исследование также подтверждает отсутствие стандартизации, когда дело доходит до определения противоположного, антонимов, указывающих на отсутствие безопасности или защищенности.

«Опасность – возможность нанесения вреда, имущественного (материального), физического или морального (духовного) ущерба личности, обществу, государству. Опасность – одно из основных понятий национальной безопасности наряду с вызовом, риском и угрозой, занимающее в их иерархии место между риском и угрозой. По размаху и масштабам возможных негативных последствий опасности могут быть: глобальные, региональные, национальные, локальные, частные» [15, с.280].

«В приведенном определении, на первый взгляд, имеется несколько весьма спорных, уязвимых моментов. Другое определение понятия «опасность» приведено в учебном пособии Н.Н. Брушлинского «Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах», вышедшем в 2004 г. » [12, с. 337].

Там указывается, что «опасность – это свойство окружающей человека среды, состоящее в возможности... создания негативных воздействий, способных привести к негативным последствиям для человека и (или) окружающей его среды» [12, с. 337].

«Другие сколько-нибудь четкие определения понятия «опасность» в литературе не встречались» [19].

Определение этого понятия, опубликованное в словаре «Гражданская защита»:

«Безопасность – состояние защищенности личности, общества, государства и среды жизнедеятельности от внутренних и внешних угроз или опасностей. Безопасность является важнейшей потребностью человека наряду с его потребностью в пище, воде, одежде, жилище, информации. Эта общенаучная категория выступает интегральной формой выражения жизнеспособности и жизнестойкости различных объектов конкретного мира во внутренней и внешней политике, обороне, экономике, экологии, социальной политике, здоровье народа, информатике, технологии и» [15, с. 28].

«То есть, безопасность – состояние защищенности любого объекта от любых опасностей. С этим согласны многие специалисты, такая формулировка приводится во всех соответствующих декларациях, законах, нормативных актах, хотя совершенно неясно, как трактовать это «состояние защищенности» в реальной жизни. Но больше всего вопросов и споров вызывает понятие риск» [19].

Ему необходимо уделить особое внимание. В словаре «Гражданская защита» дается двадцать четыре определений понятия «риск и его производных».

Рассмотрим некоторые из них:

«Риск, вероятностная мера опасности или совокупности опасностей, установленная для определённого объекта в виде возможных потерь за заданное время» [15, с. 404].

«Риск индивидуальный, индивидуальная вероятность преждевременной смерти или ущерба здоровью от различных причин для определённых видов деятельности или условий проживания на определённой территории» [15, с. 405].

«Риск коллективный, ожидаемое количество поражённых в результате возможных чрезвычайных ситуаций за определённый период времени» [15, с. 405].

Наконец: «Риск природный, вероятность мера соответствующей природной опасности, установленная для определённого объекта в виде возможных потерь за определённое время или потенциальная возможность такого протекания природных процессов, которые оказывают негативное влияние на жизнедеятельность человека, общества и государства» [15, с. 405].

В Федеральном законе «О техническом регулировании» говорится: «Риск – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда» [2].

В учебном пособии «Основы анализа и управления риском» дано малопонятное определение: «Риск – это возможность того, что человеческие действия или результаты его деятельности приведут к последствиям, которые воздействуют на человеческие ценности» [12, с. 54].

В этом же издании отмечается следующее: «Риск чрезвычайных ситуаций (ЧС) – количественная мера опасности, равная произведению числа (или вероятности) чрезвычайных ситуаций за год на ожидаемые последствия ЧС» [12, с. 339].

«Природный риск – возможность нежелательных последствий от опасных природных процессов и явлений» [12, с. 338].

«Техногенный риск – возможность нежелательных последствий от опасных техногенных явлений, а также ухудшения окружающей среды из-за промышленных выбросов» [12, с. 340].

В работе О. М. Ковалевича [24] дается такое определение: «Риск – потенциальная опасность реализации техногенных или природных событий с последствиями в виде нанесения вреда здоровью населения или в виде материального ущерба третьим лицам» [24].

В. А. Акимов и Б. Н. Порфирьев считают [13], в которой говорится: «Степень опасности угроз и уязвимости отражает уровень риска для

социально-экономической системы и ее составляющих. Именно категория риска, под которым понимается, прежде всего, мера возможной опасности и последствий ее реализации, выраженная в количественной форме интегрирует оба понятия – опасность и уязвимость – в единое целое» в связи с этим видимо можно считать, что «в рамках рационалистического подхода риск рассматривается как возможность (вероятность) наступления опасного или неблагоприятного события и или количественной меры такого события (ущерба). При этом сам риск исчисляется путем перемножения вероятности упомянутого события на ущерб».

«Таким образом, риск - это, во-первых, вероятность (или возможность) нанести вред защищаемому объекту, а во-вторых, свойство окружающей среды» [12].

Безопасность - это состояние защиты любого объекта от любого риска.

«Наконец, риск - это потенциальный риск неудачи. вероятность или частота повреждающего воздействия; ожидаемый ущерб; возможность причинения вреда; количественное измерение риска; возможность нежелательных последствий; Потенциальный риск реализации опасных событий; измерение возможных рисков и последствий их реализации; Вероятность (вероятность) опасного события» [15].

«Как уже упоминалось, все эксперты соглашались определять безопасность как состояние защищенности от вреда, и неясно, что это на самом деле означает и как обеспечить это состояние. Сложнее обстоит дело с определением «риска» и еще хуже - с «риском». Здесь становится ясно, что риск и риск почти синонимы, поскольку одно понятие часто выражается через другое. Обратим внимание только на то, что все эксперты предлагают рассчитывать риск как произведение вероятности опасного события и причиненного им ущерба. По своей природе это звучит как аксиома, но ясно, что это не та» [6].

После первой публикации в 1997 г. [7] он неоднократно уточнялся и уточнялся [22].

«Во-первых, в мире существует (в широком смысле) множество явлений, которые потенциально могут нанести тот или иной вред защищаемому объекту. Эти явления могут иметь самые разные характеристики: шаровая молния, цунами, короткие замыкания, вирусы, экономические кризисы, вооруженные конфликты, террористические акты. Именно они характеризуют понятие риска. Следовательно, риск – это явление любой природы (физическое, химическое, биологическое, экономическое, социальное), Способное нанести вред обществу, окружающей среде или защищаемому объекту» [25].

«Во-вторых, все риски, как правило, носят потенциальный характер и не всегда проявляются на практике. Риск – это мера вероятности реализации определенного рода опасности. Слово «риск» почти всегда относится к возможности каких-либо потерь, потерь (имущества, финансов, здоровья, жизни, репутации), которые возникнут в результате восприятия риска, поэтому в большинстве случаев эти потери происходят. Он может быть определен количественно и может быть измерен в некоторых единицах» [25].

«Следует отметить, что во многих ситуациях это невозможно сделать. Например, невозможно количественно оценить риск того, что человек потеряет доброе имя, хорошую репутацию в результате ненадлежащего поведения (реализация плохого поведения). Таким образом, риск можно разделить на неизмеримый «качественный» и измеримый «качественный». Риск – это количественная характеристика вероятности реализации данного риска. Риски могут характеризовать различные риски, для которых оцениваются разные аспекты и параметры (например, частота возникновения, с одной стороны, и характер и величина последствий реализации риска, с другой стороны)» [8].

«В зависимости от различных обстоятельств и факторов каждый риск может менять свою ценность, то есть определенная динамика. После определения роли отдельных факторов в влиянии на уровень риска вы можете намеренно влиять, то есть управлять риском. Таким образом, до

некоторой степени можно управлять рисками, угрожающими защищаемому (системам), для смягчения их негативного воздействия» [16].

«В принципе, свести к нулю все риски, связанные с тем или иным защищаемым объектом, невозможно. Это объясняется относительностью научных идей к рискам и рискам, а также ограниченными инженерными, технологическими и экономическими возможностями общества. Вы можете только попытаться снизить риск до уровня, когда общество (на определенном этапе исторического развития) будет вынуждено согласиться (или психологически готово принять). Эти значения риска считаются приемлемыми или приемлемыми. Таким образом, в реальном мире невозможно достичь «абсолютной» безопасности (отсутствия риска) для чего-то защищенного» [16].

«Управляя риском, вы можете снизить степень риска для данной защиты. Повысить уровень безопасности до максимально возможного в современных условиях. Только в этом смысле мы можем интерпретировать «состояние безопасности» объекта с точки зрения угрожающих ему рисков. То есть безопасность – это состояние защищаемого объекта (системы), при котором величина любого риска, присущего этому объекту, не превышает допустимого уровня. Это выражение означает: на данном этапе общественного развития невозможно достичь большего снижения уровня риска для этого защищаемого объекта (системы), поэтому он по определению становится этим объектом (системой), можно считать безопасным» [20].

«Снижая значение этих рисков, можно достичь приемлемого уровня безопасности для конкретного охраняемого объекта (личности, общества, страны, любой социальной, экономической, технологической системы)» [20].

«Кроме того, следует отметить, что общепринятый способ вычисления и определения риска как произведения вероятности опасного события на средний ущерб от него нельзя считать универсальным, поскольку в действительности он носит частный характер» [19].

Наука о безопасности и управление безопасностью часто зависят от статистических данных для разработки теорий и создания мер безопасности. Природа непреднамеренных эффектов приводит к тому, что одни и те же события повторяются в разных ситуациях и обстоятельствах. Более того, любой человек может быть принят во внимание для достижения очень согласованных целей, таких как сохранение своей физической неприкосновенности.

Это обеспечивает огромный объем данных, которые можно использовать для построения теорий и оценок, основанных на статистических инструментах. К сожалению, в вопросах безопасности намеренный характер и несовпадение целей приводят к неоднократным попыткам изобрести новые тактики и методы для достижения несогласованных целей, что значительно затрудняет использование статистических данных для определения конкретных неопределенностей.

Это также означает, что для определения уровней риска и безопасности и защищенности можно и нужно использовать различные инструменты, такие как теоретические модели игр. Сходства и различия между обсуждаемыми концепциями можно представить следующим образом. Риск возникает при наличии целей (сознательных или бессознательных, преднамеренных или непреднамеренных).

Риск становится проблемой безопасности или небезопасности, когда цели связаны с конкретной ситуацией или набором обстоятельств, содержащих конкретные источники риска, что обеспечивает возможное влияние неопределенности на цели. Когда задействовано более одной стороны, могут возникнуть противоречивые цели, что приведет к преднамеренному негативному влиянию неопределенности на цели любой из сторон.

Таким образом, в литературе достаточно полно даны понятия риска и его места в системе безопасности.

## 1.2 Пожарные риски и их виды

Рассмотрим пожарные риски и их виды.

«Каждый риск имеет множество рисков, которые характеризуют отдельные аспекты этого риска» [19]. Точно так же существует много опасностей пожара. К основным пожарным рискам в работе [19] относятся следующие.

$R_1$  – риск для человека столкнуться с пожаром (его опасными факторами) за единицу времени. В настоящее время этот риск удобно измерять в единицах:

$$R_1 = \frac{\text{пожар}}{10^3 \text{чел.год}} \quad (1)$$

$R_2$  – риск для человека погибнуть при пожаре (оказаться его жертвой) Единица его измерения имеет вид:

$$R_2 = \frac{\text{жертва}}{10^2 \text{пожаров}} \quad (2)$$

$R_3$  – риск для человека погибнуть в результате пожара за единицу времени,

$$R_3 = \frac{\text{жертва}}{10^5 \text{чел.год}} \quad (3)$$

Очевидно, что эти риски связаны соотношением  $R_3 = R_1 \cdot R_2$

В качестве пожарных рисков, характеризующих материальный ущерб от пожаров, можно использовать, например, следующие риски:

$R_4$  – риск уничтожения строений в результате пожара:

$$R_4 = \frac{\text{уничт.строение}}{\text{пожар}} \quad (4)$$

$R_5$  – риск прямого материального ущерба от пожара:

$$R_5 = \frac{\text{уничт.строение}}{\text{пожар}} \quad (5)$$

В формуле (5) под денежной единицей не обязательно понимается рубль.

«Помимо упомянутых выше опасностей возгорания, можно рассматривать следующие опасности: травмы от пожара; пожары по разным причинам (молния, поджог, короткое замыкание в электросети, нагрев печи, детские игры); Возникновение и возникновение пожаров в зданиях разного назначения, разной этажности, разной огнестойкости и другие» [11].

«Все эти пожарные опасности относятся к страховым компаниям, компаниям, производящим противопожарное оборудование, проектировщикам зданий и сооружений и другим специалистам, а также при разработке мероприятий по повышению пожарной безопасности» [11].

Классификацию рисков можно отобразить на рисунке 1.



Рисунок 1 – Классификация рисков

В Федеральном законе от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» перечислены следующие виды рисков:

«Допустимый пожарный риск – пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий» [22].

«Социальный пожарный риск – степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия опасных факторов пожара» [22].

«Индивидуальный пожарный риск – пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара» [22].

Таким образом, существует очень много пожарных рисков, и их нужно уметь анализировать, для того чтобы противостоять пожарной опасности.

«Пожарные риски, во-первых, характеризуют возможность реализации пожарной опасности в виде пожара и, во-вторых, содержат оценки его возможных последствий (а также обстоятельств, способствующих развитию пожара). Следовательно, при определении рисков необходимо знать частотные характеристики возникновения пожара на том или ином объекте, а также предполагаемые размеры его социальных, экономических и экологических, последствий, обусловленных теми или иными обстоятельствами» [26].

Хотя существует множество конкретных типов пожарной опасности, общие промышленные опасности включают горючую пыль, электричество, горючие материалы, легковоспламеняющиеся жидкости, химические вещества, горячие работы, оборудование и машины.

Горючие материалы, такие как старая тряпка, бумага и изделия из дерева, могут стать источником возгорания, поскольку они начинают накапливаться и накапливаться на рабочем месте.

Горючая пыль – это мелкодисперсные горючие частицы, представляющие опасность пожара или взрыва. Эти материалы используются в различных отраслях промышленности, включая лесную, химическую и

сельское хозяйство. Горючая пыль может образовываться из более крупных кусков материалов, которые не считаются пожароопасными.

Существует несколько источников опасности поражения электрическим током, которые могут вызвать пожар.

- электрические цепи могут стать опасными при перегрузке, например, из-за того, что слишком много устройств подключено к одной розетке. прерыватели цепи замыкания на землю устанавливаются для отключения цепи в случае такого рода событий;
- металлические конструкции могут генерировать статическое электричество, если они неправильно заземлены. заземление конструкции путем соединения ее с заземляющим стержнем снизит эту опасность;
- скачки напряжения или скачки напряжения в электрической цепи могут повредить электрооборудование и создать опасность пожара;
- вспышка дуги является высвобождением электрической энергии, вызванной электрической дугой, подобной молнии и эта дуга не только пожароопасная, но и может стать причиной телесных повреждений.

Легковоспламеняющиеся жидкости и химические вещества, такие как бензин, масло, керосин, чистящие растворители и краска, могут стать причиной возгорания при неправильном хранении в вентилируемом помещении. Опасность возгорания возникает из-за температуры вспышки и температуры самовоспламенения [18].

Температура вспышки химического вещества – это самая низкая температура, которая вызовет испарение и накопление горючей концентрации газа, который воспламенится при воздействии источника воспламенения.

Температура самовоспламенения – это самая низкая температура, при которой концентрация газа воспламеняется без источника воспламенения.

Горячие работы – это любая производственная деятельность, которая создает источник возгорания, например, искру, пламя или сильное тепло. К распространенным видам горячих работ относятся сварка, шлифовка металла и резка металла горелкой.

При ненадлежащем обслуживании оборудование и механизмы могут стать причиной возгорания. Плохое обслуживание может привести к экстремальным температурам из-за трения между движущимися частями [27].

Эти риски могут быть снижены до приемлемых уровней с помощью различных методов, включая надлежащее обслуживание, специально разработанное электрическое оборудование, оборудование, расположенное вдали от места риска, и сжатые газы, используемые в процессах, отводимые по трубопроводу к риску из бестарного хранилища или центрального расположения. Распределение пожаров в России в 2010 г. по причинам их возникновения приравнены на рисунке 2, 3, 4.

Рассмотрим управление пожарными рисками, обусловленными природным фактором.

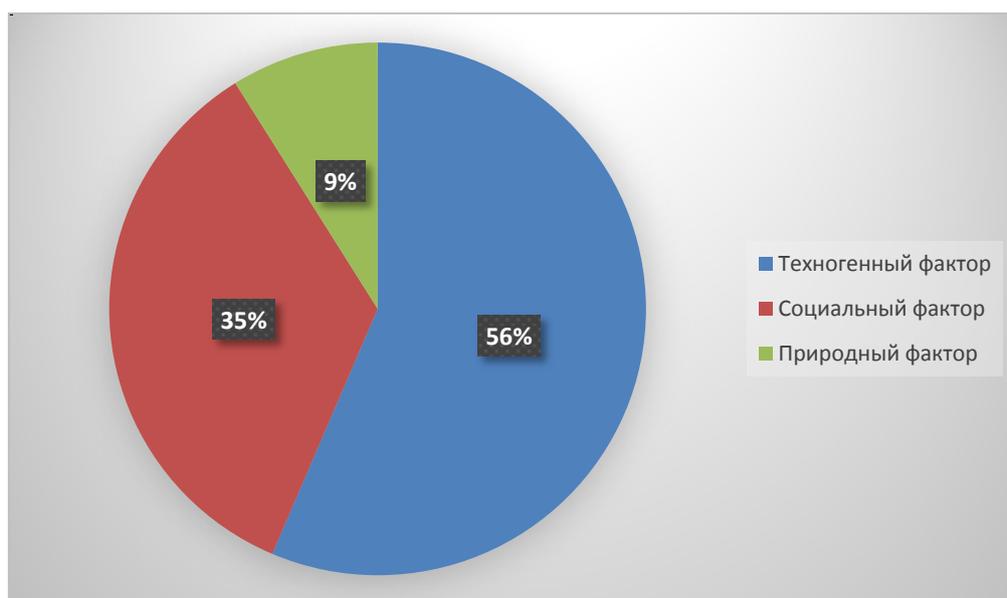


Рисунок 2 – Распределение возникновения пожаров по факторам

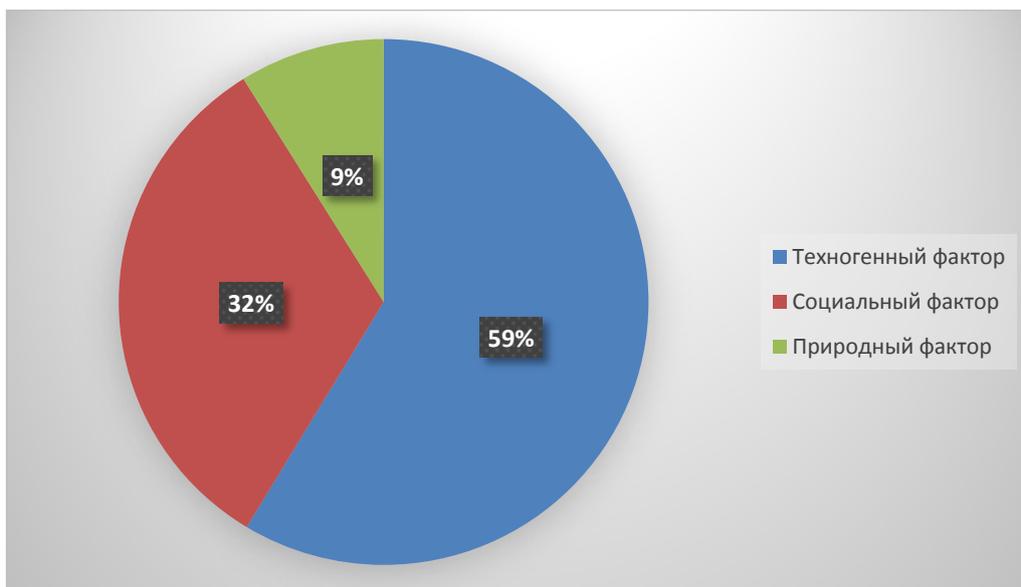


Рисунок 3 – Распределение гибели людей по факторам пожаров

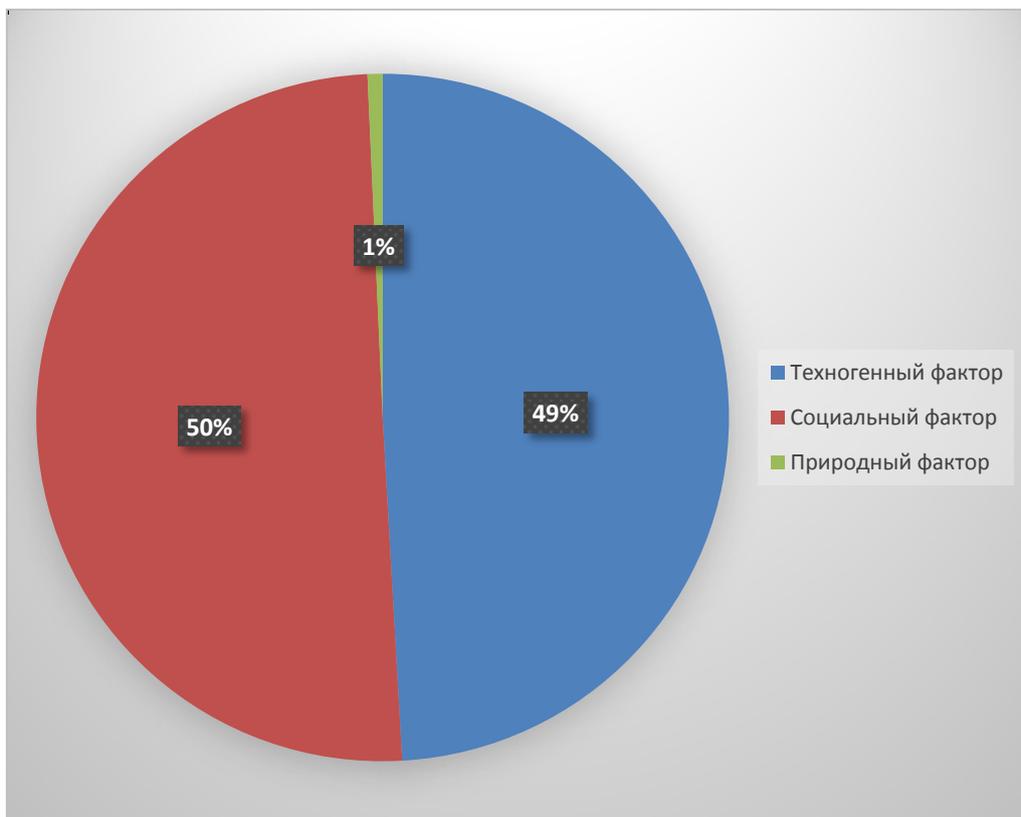


Рисунок 4 – Распределение материального ущерба по факторам пожаров

При оценке пожарных рисков так же необходимо будет рассмотреть следующие вопросы:

- средства эвакуации и аварийного освещения: достаточны ли они по размеру, количеству, расположению, хорошо освещены, свободны ли какие-либо препятствия, безопасны ли они в использовании;
- противопожарное оборудование;
- средства для обнаружения и предупреждения в случае пожара: могут ли их слышать все работники;
- разработка плана эвакуации и порядка действий при пожаре;
- обучение сотрудников действиям в случае пожара;
- меры по смягчению последствий пожара [21].

Если люди подвергаются риску или недопустимая опасность все еще существует, потребуются дополнительные компенсирующие меры из приведенного выше списка или повторение всех предыдущих этапов. Важно поддерживать в рабочем состоянии все меры пожарной безопасности [14].

Меры предосторожности для предупреждения всех работников в случае пожара должны быть адекватными и отказоустойчивыми. В зависимости от размера и сложности помещения могут подойти системы пожарной сигнализации, детекторы дыма, извещатели. Пожар, начинающийся в любом месте, не должен оставаться незамеченным и достигать размера, при котором люди могут попасть в ловушку. Это более вероятно там, где есть только один выход из области [13].

Следует регулярно проводить проверки состояния пожарных выходов и ежегодно проводить учения по полной эвакуации. В идеале люди должны иметь возможность повернуться спиной к огню и идти в противоположном направлении к выходу. Однако во многих помещениях есть области, из которых нет альтернативного выхода для части или всего пути эвакуации (например, в большинстве помещений есть только один выход). Если помещение невелико и риск возгорания оценивается как нормальный или низкий, тогда нет необходимости в альтернативных выходах, но, если выход только в одном направлении, тупиковые зоны должны быть как можно короче, как можно меньше, и максимально низкий риск.

Необходимо разработать план действий и расставить приоритеты в соответствии с приведенными ниже таблицами 1 и 2.

Таблица 1 – Руководство по оценке пожарного риска

Строгость	Вероятность	Рейтинг пожарной опасности
Н – крупный пожар с гибелью людей	Н- Определенные или почти определенные	3 = высокий риск – требуются немедленные действия
М – пожар с опасностью для людей	М – разумно вероятно	2 = Средний риск – Требуются действия, если нет уважительной причины
L – пожар без опасности для людей	L – очень редко или никогда	1 = Низкий риск – прямых действий не требуется, но необходимо рассмотреть возможность улучшения

В основе метода лежит утверждение, что риск - это сочетание тяжести последствий и вероятности наступления негативного события. Для оценки, как правило, используют шаг из трех уровней возможных последствий и трех уровней возникновения вероятности. Их произведение определяет уровень риска [20].

Таблица 2 – Матрица оценок пожарного риска

Матрица оценок		Вероятность		
		Высокая	Средняя	Низкая
Строгость (тяжесть) ущерба	Высокая	3	3	2
	Средняя	3	2	1
	Низкий	2	1	1

Согласно матрице оценок пожарного риска, что чем выше вероятность события и его тяжесть, тем выше уровень риска.

## **Выводы по разделу 1**

Оценка пожарного риска – это анализ здания, который проводится с целью оценки пожарного риска и предложения рекомендаций по повышению безопасности здания, если это необходимо.

Если в здании постоянно находится менее 5 человек, то оценка пожарного риска не требуется. Так что это не всегда документ.

Однако рекомендуется всегда проводить оценку риска пожара в письменной форме, поскольку это простой способ сообщить о результатах и обеспечить выполнение любых рекомендаций.

Независимо от того, записано это или нет, оценка пожарного риска состоит из двух частей, которые необходимо произвести.

Первая часть - это собственно проверка, которая оценивает пожарную безопасность помещения по нескольким пунктам.

Вторая часть - это список требований, которые необходимо выполнить, чтобы постройка соответствовала мерам пожарной безопасности.

Очень важно выполнять эти рекомендации, поскольку именно они в конечном итоге обеспечивают безопасность здания.

Оценка пожарного риска должна быть всеобъемлющей, и следует принимать во внимание многочисленные факторы пожарного риска, так как работодатели несут общую ответственность за обеспечение безопасных условий труда.

Количество деталей, включенных в индивидуальную проверку, во многом зависит от сложности здания. Например, в многоквартирном здании, таком как киоск или небольшой магазин, будет намного меньше объектов, требующих проверки, по сравнению с многоквартирным домом или большим офисным зданием.

## **2 Анализ и оценка пожарного риска в ООО «Защита»**

### **2.1 Краткая характеристика объекта защиты**

Направление деятельности организации – профилактическая работа по пожарной и газовой безопасности, тушение пожаров, газоспасательные работы, обучение пожарно-техническому минимуму руководителей и работников, курсовая подготовка и повышение квалификации работников пожарной охраны [9].

Общество с ограниченной ответственностью «Защита» оказывает услуги по организации предупреждения и тушения пожаров, а также ликвидации аварийных ситуаций на объектах.

В составе ООО «Защита» подразделения пожарной части, группа профилактики пожаров и газоспасательный отряд, оснащенные специальной техникой, оборудованием, снаряжением.

### **2.2 Анализ пожарной опасности объекта**

Выполнение надежной оценки пожарного риска состоит из нескольких этапов. Рассмотрим этапы выполнения оценки пожарной опасности объекта.

Первый этап в оценке пожарной опасности объекта это выявление опасностей пожара. На этом этапе рассматриваются потенциальные источники возгорания, горючие материалы и конструктивные особенности.

Выявление потенциальных источников возгорания включает в себя следующие вопросы: определение горючей нагрузки, наличие мест для курения, состояние электрооборудования и проводки.

Определение особенностей производства и конструкций здания включает в себя изучение таких факторов:

- использование легковоспламеняющихся материалов;

- наличие источников сжатого кислорода;
- факторы планировки или материалы, которые могут способствовать быстрому распространению огня, тепла или дыма;
- наличие в здании элементов, специально построенных для противопожарной защиты;
- общая конструкция здания, включая учет использованных материалов и частей здания, которые могли быть построены позже.

Как только определена опасность пожара, переходят к определению того, кто может подвергаться риску. Для этого прорабатываются следующие вопросы:

- возможность всех сотрудников быстро отреагировать на пожар или тревогу;
- наличие рабочих (сотрудников, посетителей или подрядчиков) в зоне повышенного риска возгорания;
- наличие опасности возгорания близлежащих строений, домов в случае возгорания на объекте.

Далее проводится оценка необходимых противопожарных мер. Этот этап состоит из трех элементов: оценка средств обнаружения и предупреждения пожара, оценка средств эвакуации и оценка средств пожаротушения.

Оценки пожарного риска являются живыми документами и должны пересматриваться ежегодно или после следующих инцидентов:

- серьезный пожар, в том числе поджог и вандализм;
- изменения в правилах работы или использовании помещений;
- смена занятости арендатора;
- изменение типа или количества людей, работающих на объекте;
- изменение режима работы смены;
- структурная перестройка;

- изменение количества и типа хранимых горючих и легковоспламеняющихся материалов;
- внедрение нового рабочего оборудования или процессов;
- изменения в соседних помещениях или их деятельности, которые могут повлиять на оцененные опасности или риски;
- любые другие существенные изменения в деталях предыдущей оценки.

Рассматривается административное здание ООО «Защита».

Класс функциональной пожарной опасности Ф 4.3.

Корпус относится к категории «А», класс зоны по ПУЭ основных производственных помещений В-1а, здание 2 степени огнестойкости. Корпус трехэтажный с одноэтажной производственной частью.

Длина – 90,0 м, ширина – 15,0 м, высота – 5 м, общий строительный объем 6750 м<sup>3</sup>.

Здание корпуса включает в себя следующие помещения:

- два помещения насосной;
- помещение приготовления антифриза;
- помещение слесарей энергослужбы;
- теплопункт;
- комнату приема пищи;
- помещение дежурных слесарей;
- санузел;
- помещение хозяйственного инвентаря;
- помещение охраны.

Площадь корпуса равна 1350м<sup>2</sup>.

План-схемы представлены в приложениях А и Б.

Тактико-техническая характеристика здания представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Тактико-техническая характеристика здания ООО «Защита»

Размеры геометрические (м)	Конструктивные элементы				Предел огнестойкости строительной конструкции	Количество входов	Характеристика лестничных клеток	Энергетическое обеспечение			Системы извещения и тушения пожара
	Стены	Перекрытия	Перегородки	Кровля				Напряжение в сети	Где и кем отключается	Отопление	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
90х 15 h= 5м.	Кирпичные	ПКЖ-3 ПКЖ-Л-3 ПТК-59 ПТК-59-8	Армированные толщиной 12 см	Рубероидная на битум. мастики	2,5 ч.	5	Отсутствуют	220 в 380 в	С восточной стороны здания Деж. электрик	Водяное	Ручные пожарные извещатели ПИ-45 ПИ-45а ПИ-139а

Фундаменты: ленточные бутобетонные из бутового камня марки 200 под колонны, фундаменты сборные по серии ИИ-40-01

Стены и перегородки: стены из силикатного кирпича М-75 на растворе М-25, перегородки, армированные толщиной 12 см.

Несущие конструкции и перекрытия: плиты перекрытия ПТК 59-12, пробел ПК59-12, ПК 59-8, балки БОБ-3.

Несущие элементы кровли и утеплитель: плиты покрытия ПКЖ-3, ПКЖ-4, утеплитель -14 см.

Кровля (водоизолирующий слой): 3 слоя рубероида на битумной мастике.

Полы: применено 6 типов полов – 1 мозаичный пол (цементно-песчаный раствор, бетонный подстилающий слой М-35, уплотненный со щебнем грунт), 2 керамическая плитка (цементно-песчаный раствор, бетонный подстилающий слой М-35, уплотненный со щебнем грунт), 3 цементный пол (бетонный подстилающий слой М-35, уплотненный со щебнем грунт), 4 кислотоупорный кирпич на растворе, 5 метлахская плитка (выравнивающий слой, сборная железобетонная плита), 6 цементный слой (выравнивающий слой, шлаковая засыпка, пустотный настил).

Количество выходов из корпуса 5 из них 1 ворота и 4 дверных проемов.

С южной стороны корпуса установлена 2 стационарные пожарные лестницы, ведущая на кровлю.

В рабочие часы в здании находится не более 30 человек.

Большая горючая загрузка находится в служебных кабинетах, составляет до 10 кг/м<sup>2</sup>. Основными горючими материалами являются: офисная мебель, оргтехника, бумага.

Технологических процессов на территории ООО «Защита» не производится, взрывопожароопасные производства отсутствуют.

АХОВ, РВ на данном объекте отсутствуют.

Помещения с наличием газовых баллонов, радиоактивных, химических веществ, веществ, вступающих в реакцию с водой и тому подобное, отсутствуют.

### **2.3 Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций**

Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций один из этапов оценки пожарного риска объекта.

В соответствии с п.2 Правил проведения расчетов по оценке пожарного риска, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 22 июля 2020 г. № 1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» расчеты проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного

риска с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Данный документ вступил в силу 1 января 2021 года [23].

Величина допустимого индивидуального пожарного риска регламентирована статьей 79 Федерального Закона от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», в соответствии с которой индивидуальный пожарный риск в зданиях, сооружениях и строениях не должен превышать значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания, сооружения и строения точке.

Таким образом, законом установлено, что индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_B \leq Q_B^H \quad (6)$$

где  $Q_B^H = 10^{-6} \text{ год}^{-1}$  – нормативное значение индивидуального пожарного риска [1, ст.79];

$Q_B$  – расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Частота возникновения пожара в административно-бытовом корпусе предприятия принимается равной  $5 \cdot 10^{-6}$  в расчете на одного человека [10]

Учитывая, что максимально возможное количество людей в здании равно 112, то частота возникновения пожара равна [10]:

$$5 \cdot 10^{-6} \cdot 112 = 0,0006$$

Таким образом, расчетная частота возникновения пожара равна 0,0006.

## 2.4 Построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития

Рассмотрим метод интеграции для прогноза факторов пожарной опасности.

Примеры зон включают в себя около потолка, потоки горячего газа, поднимающиеся над точкой горения, бездымные холодные зоны и локальные (дифференциальные) модели пожара, скорость газовой среды в комнате, концентрация компонентов среды, давление и плотность в любой точке комнаты).

«Для проведения расчетов необходимо проанализировать следующие данные:

- объемно-планировочные решения объектов;
- теплофизические свойства закрытых конструкций и оборудования, находящегося на объекте.
- тип, количество и расположение горючего материала
- количество и расположение людей в здании
- материальная и социальная значимость объекта;
- системы обнаружения и пожаротушения, противодымной и противопожарной защиты, системы обеспечения безопасности людей» [11].

«Учитывают следующее:

- пожароопасность;
- возможная динамика возникновения пожара;
- наличие и характеристики систем противопожарной защиты (СЗЗ)
- воздействие и возможные последствия пожара для людей, строительных конструкций и материальных ценностей
- соблюдать требования пожарного кодекса объекта и применимые СЗПЗ» [11].

«Далее необходимо обосновать сценарий развития пожара. Формулировка сценария развития пожара включает в себя следующие этапы:

- выбор места расположения первоначального очага пожара и закономерностей его развития;
- задание расчетной области (выбор рассматриваемой при расчете системы помещений, определение учитываемых при расчете элементов внутренней структуры помещений, задание состояния проемов);
- задание параметров окружающей среды и начальных значений параметров внутри помещений» [11].

На рисунке 5 представлена зонная модель.

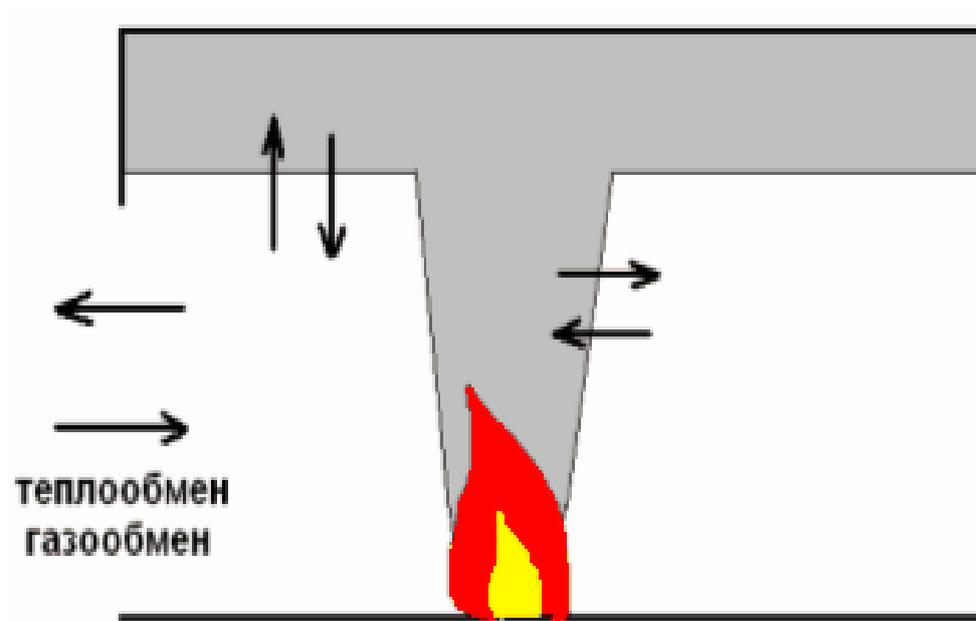


Рисунок 5 – Зонная модель

«Модель зонирования предполагает несколько назначений зонирования в комнате, таких как дымовой слой, не задымленный слой и конвекционная колонна. Здесь термодинамические параметры можно считать однородными» [11].

Таким образом, мы рассмотрели способ построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития методом зонной модели.

## 2.5 Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития

Для оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития произведем расчет времени блокирования [2].

Расчет производился с помощью приложения PyroSim.

Сценарий № 1. Расчет проводился при условии блокирования основных лестничных клеток 1 типа. Место возникновения пожара – столовая. Общая площадь возгорания – 1 м<sup>3</sup>. Горючая нагрузка – мебель и бытовые изделия. Заданное время – 600 с.

Остальные параметры устанавливаются в программе по умолчанию.

На рисунке 6 отражен вид модели для сценария 1.

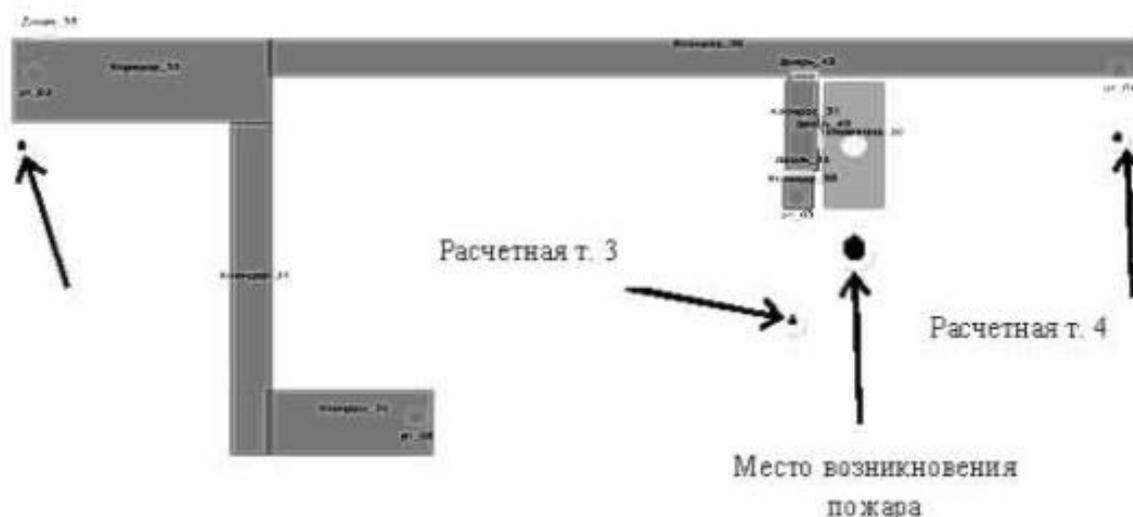


Рисунок 6 – Вид модели для сценария 1

В таблице 4 приведены результаты расчета сценария № 1.

Таблица 4 – Таблица результатов расчетов сценария № 1

Имя	В	Т	V	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	HCl	AT
02	99	Отсут.	99	397	Отсут.	Отсут.	123	Отсут.
01	141	Отсут.	141	Отсут.	Отсут.	Отсут.	172	Отсут.
04	74	Отсут.	74	126	Отсут.	Отсут.	81	Отсут.
03	37	Отсут.	37	62	Отсут.	Отсут.	53	Отсут.

Расшифровка обозначений: В – Время блокирования; Т – по повышенной температуре; V – по потере видимости; O<sub>2</sub> – по пониженному содержанию кислорода; CO<sub>2</sub> – по CO<sub>2</sub>; CO – по CO; HCl – по HCl; AT – По тепловому потоку.

На рисунках 7-10 изображены графики процесса горения для точек РТ01-РТ04 соответственно.



Рисунок 7 – График процесса для точки РТ 01

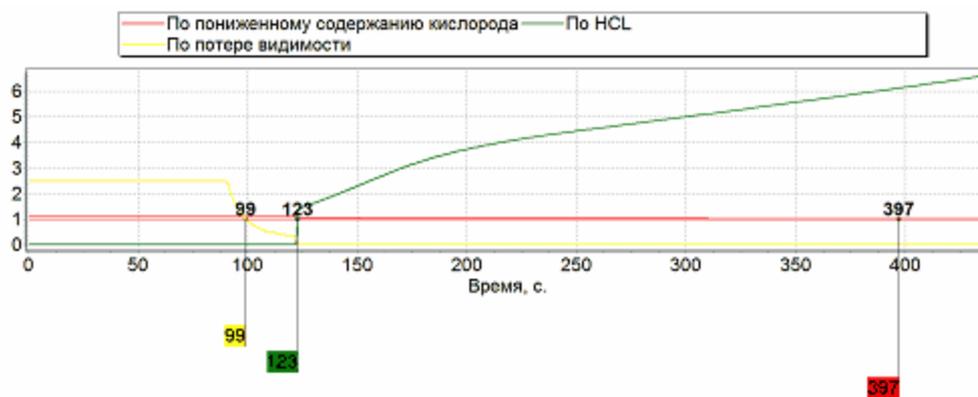


Рисунок 8 – График процесса для точки РТ 02

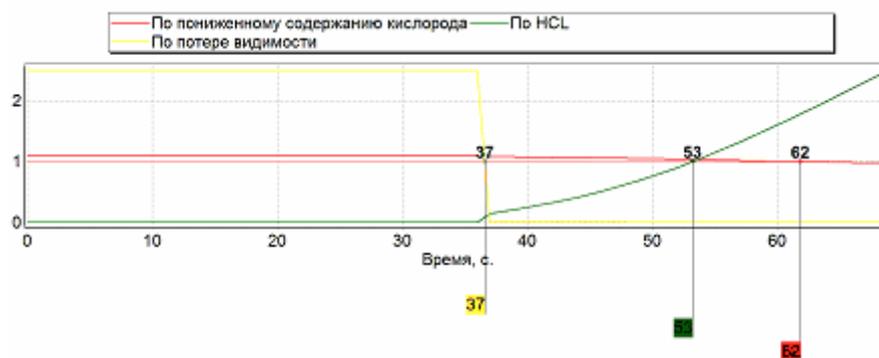


Рисунок 9 – График процесса для точки РТ 03

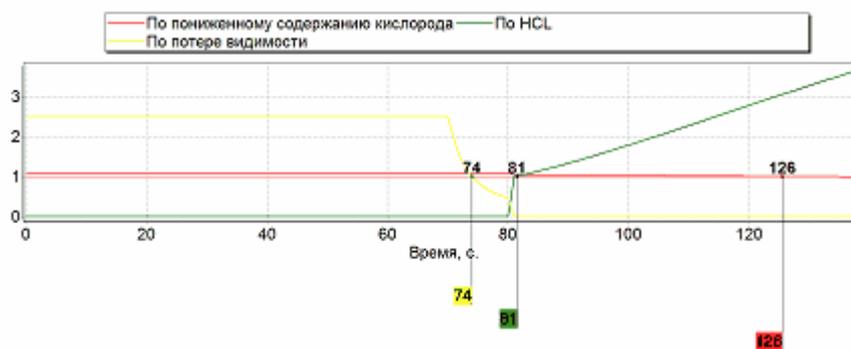


Рисунок 10 – График процесса для точки РТ 04

Анализируя график, можно сделать вывод, что время блокировки лестничной клетки составляет 2,61 минуты.

Вывод по сценарию №1. В случае пожара по Сценарию №1 время отключения лестничной клетки составляет 2,61 минуты.

Сценарий №2. Расчет производился при условии блокировки лестницы

3-го типа. Место пожара - актовый зал. Общая площадь возгорания – 1 м<sup>3</sup>.  
 Горючая нагрузка – мебель и бытовые изделия. Заданное время – 600 с.

На рисунке 11 отражен вид модели для сценария №2.

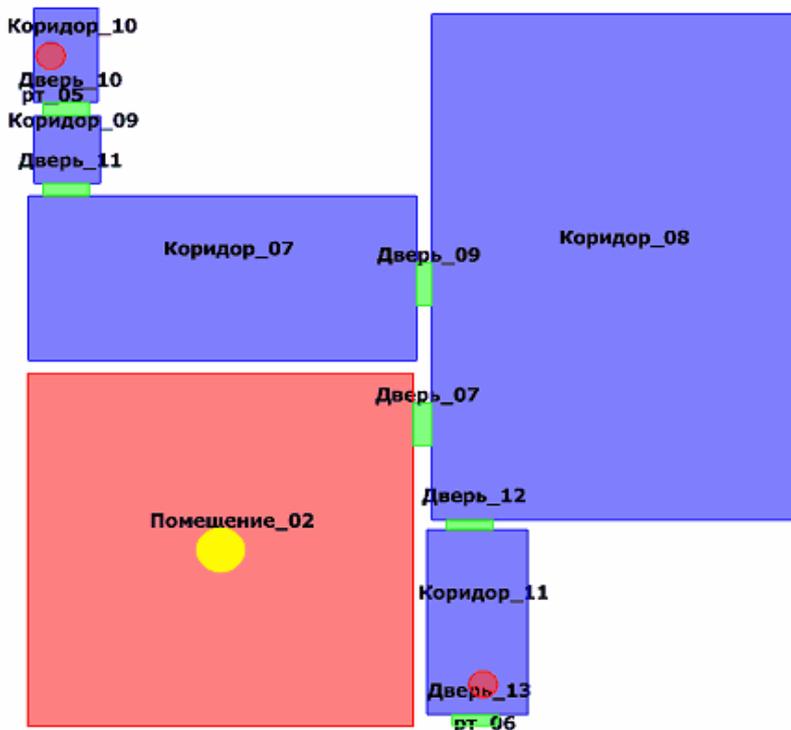


Рисунок 11 – Вид модели для сценария № 2

Результаты расчетов представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Таблица результатов расчета сценария № 2

Имя	В	Т	V	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	HCl	AT
05	201	Отсут.	201	Отсут.	Отсут.	Отсут.	320	Отсут.
06	137	Отсут.	137	329	Отсут.	Отсут.	169	Отсут.

Графики развития ОФП для точек РТ 05 и РТ 06 представлены ниже (рисунки 12-13).

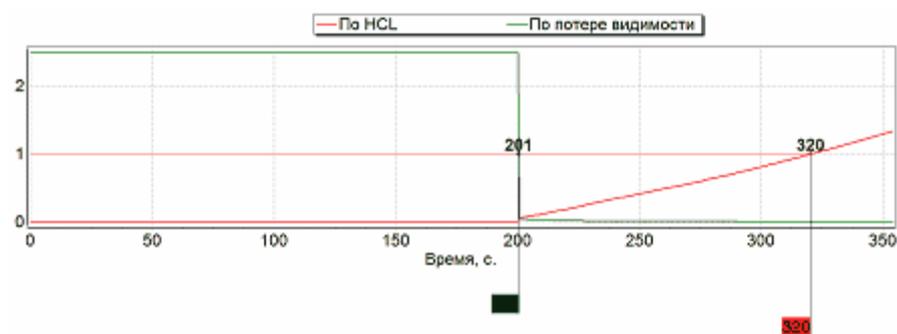


Рисунок 12 – График процесса для точки РТ 05

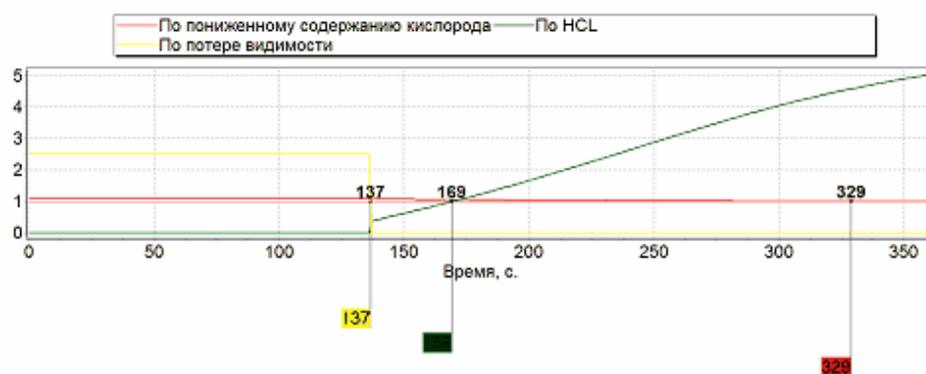


Рисунок 13 – График процесса для точки РТ 06

Время блокирования – 2,88 мин

Сценарий №2. При возгорании по сценарию №2 время блокирования лестничных клеток составит 2,88 минут.

## 2.6 Анализ систем обеспечения пожарной безопасности объекта

В здании установлена автоматическая пожарная сигнализация с системами оповещения и управления эвакуацией, все коридоры защищены детекторами дыма, сигналы направляются на пульта управления на постах охраны, здание подключено к комплексу мониторинга «Стрелец». Сигналы направляются в центральный пункт пожарной связи.

Здание оборудовано внутренним пожарным гидрантом и автоматической системой водяного пожаротушения.

Наименование здания, защищаемого системой водяного автоматического пожаротушения: Корпус ООО «Защита».

Тип и характеристики установки. Спринклерное оборудование пожаротушения совмещенное с внутренним противопожарным водопроводом. Здание ООО «Защита» оборудован водяными спринклерами, подземный паркинг оборудован водовоздушной системой. В состав входит пожарная насосная станция (1 шт.). Главные насосы 1D 200–90а ( $Q = 180 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H = 74 \text{ м}$ ,  $W = 75 \text{ кВт}$ , 2 шт.) и подкачивающие насосы Lowara SV205F07T (2 шт.), поджимные насосы Lowara SV205F07T (по 2 шт.), пожарный резервуар РГС-100 (3 шт.), спринклерный узел пожарного депо со спринклерными оросителями (15 000 шт.) (2 шт.).

Автоматический запуск с блока управления установкой пожаротушения в помещении насосной станции с выводом информации на пульт оператора. Дежурный персонал запускает главный насос вручную в помещении насосной станции.

Последовательность и рекомендации по применению автоматического запуска при пожаротушении. Через кран, заполненный водой, вода поступает по подающему и распределительному трубопроводам к спринклерным оросителям. Атмосферные оросители нагнетаются автоматическим поливным устройством (подпиточным насосом). В готовности АУПТ находится под давлением в диапазоне  $5,5\text{--}7,0 \text{ кг/см}^2$ . Когда спринклер открывается, давление в линии подачи снижается, реле потока жидкости активируется, чтобы попасть в место возгорания, и открываются регулирующие и сигнальные клапаны. Вода попадает на место тушения через открытый ороситель.

При падении давления в распределительном трубопроводе до  $4,5 \text{ кг/см}^2$  запускается основной насос. При дальнейшем снижении давления (основной насос не достигает заданных параметров) запускается резервный насос с

давлением  $4,0 \text{ кг/см}^2$ . Когда клапан открывается, он посылает сигнал тревоги на панель управления, установленную в помещении охраны. Линия подачи спринклерной системы оборудована линией гидранта.

Наружное пожаротушение проводится на существующем гидранте ПГ №1 кольцевой водопроводной сети диаметром 150 мм, расположенном в районе корпуса Д дом 25 по ул. Новозаводская находится в 50 метрах.

В административном здании ООО «Защита» присутствуют системы дымоудаления и подпора воздуха.

Электроснабжение в помещениях 220В, на кухне и в прачечной 380В. На этажах имеются распределительные электрощитовые, на 1-м этаже имеется основная электрощитовая, от которой можно обесточить все здание.

«Здание имеет естественную вытяжную вентиляцию через каналы вдоль капитальных стен и вытяжные шахты на крыше, принудительная вентиляция расположена в помещении кухни» [1].

Отопление центральное – водяное. Теплоноситель поступает от городской центральной отопительной котельной. В здании имеются центральный и индивидуальные тепловые пункты. В служебных помещениях паркинга отопление радиаторное. В остальном в комплексе отопление воздушное через приточные установки и крышные кондиционеры.

## 2.7 Расчет пожарного риска на объекте

В соответствии с методикой определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденной Приказом МЧС от 30 июня 2009 г. № 382, расчетная величина индивидуального пожарного риска  $Q_v$  в каждом здании рассчитывается по формуле:

$$Q_v = Q_{\Pi} \cdot (1 - R_{ап}) \cdot P_{пр} \cdot (1 - P_{э}) \cdot (1 - P_{пз}), \quad (7)$$

где  $Q_{\text{п}}$  – частота возникновения пожара в здании в течение года;

$R_{\text{ап}}$  – вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения (далее – АУПТ);

$R_{\text{пр}}$  – вероятность присутствия людей в здании,

$R_{\text{э}}$  – вероятность эвакуации людей;

$R_{\text{пз}}$  – вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

Значение параметра  $R_{\text{ап}}$  определяется технической надежностью элементов АУПТ, приводимых в технической документации. АУПТ в здании не предусмотрена.

$R_{\text{пр}}$  определяемая из соотношения

$$R_{\text{пр}} = t_{\text{функц}}/24, \quad (8)$$

где  $t_{\text{функц}}$  – время нахождения людей в здании в часах.

Принято  $R_{\text{пр}} = t_{\text{функц}}/24 = 8/24 = 0,33$  (8-часовой рабочий день) [4, п.8];

Вероятность эвакуации  $R_{\text{э}}$  рассчитывают по формуле:

$$R_{\text{э}} = \begin{cases} \frac{0,8 \cdot t_{\text{бл}} - t_{\text{р}}}{t_{\text{нэ}}}, & \text{если } t_{\text{р}} < 0,8 \cdot t_{\text{бл}} < t_{\text{р}} + t_{\text{нэ}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_{\text{р}} + t_{\text{нэ}} \leq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_{\text{р}} \geq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ или } t_{\text{ск}} > 6 \text{ мин} \end{cases} \quad (9)$$

где  $t_{\text{р}}$  – расчетное время эвакуации людей, мин.

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

$t_{\text{бл}}$  – 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;

$t_{ск}$  – время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5) [17].

В здании функционирует система оповещения III типа, принято  $t_{нэ}$  – 4 мин [5].

$P_{пз}$  рассчитывается по формуле:

$$P_{пз} = 1 - (1 - R_{обн} \cdot R_{соуэ}) (1 - R_{обн} \cdot R_{пдз}), \quad (10)$$

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

$R_{соуэ}$  – 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.

Необходимое время эвакуации рассчитывается как произведение критической для человека продолжительности пожара на коэффициент безопасности. Предполагается, что каждый опасный фактор воздействует на человека независимо от других. Расчёт необходимого времени эвакуации проводится по методике, изложенной в п.2.5, приложения 2 ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» [5].

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  из помещений и зданий определяется на основе моделирования движения людей до выхода наружу

по упрощенной аналитической модели движения людского потока, приведенной в приложении 2 к Методике [14].

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

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (11)$$

где  $t_1$  – время движения людского потока на первом (начальном) участке,

мин;

$t_2, t_3, \dots, t_i$  – время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин.

Время движения людского потока по первому участку пути  $t_1$ , мин, рассчитывают по формуле:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1} \quad (12)$$

где  $l_1$  – длина первого участка пути, м;

$v_1$  – скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, м/мин (определяется по таблице 2 в зависимости от плотности  $D$ ).

Плотность однородного людского потока на первом участке пути  $D_1$  рассчитывают по формуле:

$$D_1 = \frac{(N_1 \cdot f)}{(l_1 \cdot \delta_1)} \quad (13)$$

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

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека, м<sup>2</sup>/чел, принимаемая в соответствии с пунктом 4 [10].

$\delta_1$  – ширина первого участка пути, м.

Скорость  $v_i$  движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимают по таблице 2 [15] в зависимости от интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которую вычисляют для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле:

$$q_i = \frac{(q_{i-1} \cdot \delta_{i-1})}{\delta_i} \quad (14)$$

где  $\delta_i, \delta_{i-1}$  - ширина рассматриваемого  $i$ -го и предшествующего ему участка пути, м;

$q_i, q_{i-1}$  - интенсивности движения людского потока по рассматриваемому  $i$ -му и предшествующему участкам пути, м/мин (интенсивность движения людского потока на первом участке пути  $q_i = q^{i-1}$  определяется по таблице 2 [15] по значению  $D_1$ ).

Если значение  $q_i$ , меньше или равно  $q_{max}$ , то время движения по участку пути  $t_i$ , мин, равно:

$$t_i = \frac{l_i}{v_i} \quad (15)$$

При этом значения  $q_{max}$ , м/мин следует принимать равными:

- 16,5 – для горизонтальных путей;
- 19,6 – для дверных проемов;
- 16,0 – для лестницы вниз;
- 11,0 – для лестницы вверх.

При слиянии в начале  $i$ -го участка двух и более людских потоков интенсивность движения  $q_i$ , м/мин, рассчитывают по формуле:

$$q_1 = \frac{\sum q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta} \quad (16)$$

где  $q_{i-1}$  – интенсивность движения людских потоков, сливающихся в

начале  $i$ -го участка, м/мин;

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

$d_i$  – ширина рассматриваемого участка пути, м.

Время задержки  $t_3$  движения на участке  $i$  из-за образовавшегося скопления людей на границе с последующим участком ( $i+1$ ) определяется по формуле:

$$t_{\text{зад}} = N \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{\text{при}D=0,9} \cdot \delta_{i+1}} - \frac{1}{q_i \cdot \delta_i} \right) \quad (17)$$

где  $N$  – количество людей, чел.;

$f$  – площадь горизонтальной проекции, м<sup>2</sup>;

$q_{\text{при}D=0,9}$  – интенсивность движения через участок  $i+1$  при плотности 0,9 и более, м/мин;

$\delta_{i+1}$  – ширина участка, м, при вхождении на который образовалось скопление людей;

$q_{i+1}$  – интенсивность движения на участке  $i$ , м/мин;

$\delta_i$  – ширина предшествующего участка  $i$ , м.

Расчет времени эвакуации 3 этажа.

План с участками представлен в приложении А. Четыре помещения на третьем этаже закрыты на ремонт, поэтому персонал в них отсутствует, и они не включены в расчет.

Участок 1: горизонтальный:

- длина участка  $l$  - 8 м;
- ширина участка  $\delta$  - 5 м;
- количество людей  $N$  - 2 чел.

Откуда  $D_l$  будет равно по формуле (13):

$$D_1 = \frac{2 \cdot 0,125}{8 \cdot 5} = 0,006.$$

В соответствии с таблицей 2 (ГОСТ 12.1.004-91\*) [6] принимаем  $v$  - 100 м/мин,  $q$  - 1 м<sup>2</sup>/мин.

Время движения людского потока по первому участку пути равно по формуле (15):

$$\tau_1 = \frac{8}{100} = 0,08 \text{ мин.}$$

Участок 2: дверной проем:

- длина участка  $l = 0,3$  м;
- ширина участка  $\delta = 1$  м;

Рассчитываем  $q_2$  по формуле (14):

$$q_2 = \frac{q_{i-1} \delta_{i-1}}{\delta_i} = \frac{1 \cdot 5}{1} = 5 \text{ м}^2 / \text{м} \cdot \text{мин.}$$

$q_2 < q_{max} = 19,6$  – следовательно, задержки нет.

Время эвакуации на участке по формуле (15):

$$\tau_2 = \frac{l_2}{v_2} = \frac{0,3}{15,32} = 0,02 \text{ мин.}$$

В соответствии с таблицей 2 ГОСТ 12.1.004-91\* принимаем  $v$  - 100 м/мин,  $q$  - 1 м<sup>2</sup>/мин.

Аналогично считается время по остальным участкам.

Время эвакуации с первого участка до лестничного марша по формуле (11):

$$T = \sum \tau_i = 3,12 \text{ мин.}$$

Сведем все данные по расчету эвакуации первого этажа в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчет времени эвакуации первого этажа

№ Участка	Результат расчета времени эвакуации 2-го этажа
Уч. № 1	t = 0.06
Уч. № 2	t = 0.02
Уч. № 3	t = 0.008
Уч. № 4	t = 0.02
Уч. № 5	t = 0.32
Уч. № 6	t = 0.06
Уч. № 7	t = 0.02
Уч. № 8	t = 0.03
Уч. № 9	t = 0.02
Уч. № 10	t = 0.26
Уч. № 11	t = 0.005
Уч. № 12	t = 0.02
Уч. № 13	t = 0.06
Уч. № 14	t = 0.02
Уч. № 15	t = 0.32
Уч. № 16	t = 0.03
Уч. № 17	t = 0.02
$T = \sum t_i = 3,12$ мин	

Сведем все данные по расчету эвакуации второго этажа в таблицу 7.

Таблица 7 – Расчет времени эвакуации второго этажа

№ Участка	Результат расчета времени эвакуации 2-го этажа
Уч. № 18	t = 0.06
Уч. № 19	t = 0.02
Уч. № 20	t = 0.008
Уч. № 21	t = 0.02
Уч. № 22	t = 0.32
Уч. № 23	t = 0.06
Уч. № 24	t = 0.02
Уч. № 25	t = 0.03
Уч. № 26	t = 0.02
Уч. № 27	t = 0.26
Уч. № 28	t = 0.005
Уч. № 29	t = 0.02
Уч. № 30	t = 0.06
Уч. № 31	t = 0.02
Уч. № 32	t = 0.32
Уч. № 33	t = 0.03
Уч. № 34	t = 0.02
Уч. № 35	t = 0.06
Уч. № 36	t = 0.02

Продолжение таблицы 7

№ Участка	Результат расчета времени эвакуации 2-го этажа
Уч. № 37	t = 0.26
Уч. № 38	t = 0.13
Уч. № 39	t = 1.16
Уч. № 40	t = 0.13
$T = \sum t_i = 2,59$ мин	

Согласно проведенным расчетам, время эвакуации с второго этажа осуществляется за 2,59 мин.

Сведем все данные по расчету эвакуации второго этажа в таблицу 8.

Таблица 8 – Расчет времени эвакуации первого этажа

№ Участка	Результат расчета времени эвакуации 1-го этажа
Уч. № 41	t = 0.08
Уч. № 42	t = 0
Уч. № 43	t = 0.1
Уч. № 44	t = 0.02
Уч. № 45	t = 0.07
Уч. № 46	t = 0.02
Уч. № 47	t = 0.03
Уч. № 48	t = 0.02
Уч. № 49	t = 0.13
Уч. № 50	t = 0.13
Уч. № 51	t = 0.03
Уч. № 52	t = 0.02
Уч. № 53	t = 0.06
Уч. № 54	t = 0.02
Уч. № 55	t = 0.03
Уч. № 56	t = 0.02
Уч. № 57	t = 0.39
Уч. № 58	t = 0.06
Уч. № 59	t = 0.02
Уч. № 60	t = 0.03
Уч. № 61	t = 0.02
Уч. № 62	t = 0.2
Уч. № 63	t = 0.2
Уч. № 64	t = 0.06
Уч. № 65	t = 0.2
Уч. № 66	t = 0.13
$T = \sum t_i = 2,68$ мин	

Согласно проведенным расчетам, оформленных в табличной форме время эвакуации с 1 этажа, осуществляется за 2,68 мин.

Таким образом, получаем следующие значения расчетов:

- $t_{\text{бл}}$ -2,61 мин (наименьшее расчетное время блокирования лестничных клеток);
- $t_{\text{р}}$ -3,12 (наихудший вариант движения);
- $t_{\text{нэ}}$ -1,5 мин.
- $t_{\text{ск}}$ -0,32 мин.
- $P_3$  - 0, так как рассчитанное время:

$$t_{\text{р}} = 3,12 > 0,8 \cdot 2,61 \rightarrow 3,12 > 2,088.$$

Рассчитаем вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, рассчитывается по формуле (9):

$$P_{\text{пз}} = 1 - (1 - 0,98 \cdot 0,98) \cdot (1 - 0,98 \cdot 0) = 0,9604$$

Тогда расчетная величина индивидуального пожарного риска:

$$Q_{\text{в}} = 0,1398 \cdot (1-0) \cdot 0,33 \cdot (1-0) \cdot (1-0,9604) = 1,8 \cdot 10^{-3},$$

Подставляем найденные значения  $Q_{\text{в}}$  в формулу (6):

$$Q_{\text{в}} = 1,8 \cdot 10^{-3} > 10^{-6}$$

Результаты расчета сведены в таблицу 9.

Таблица 9 – Таблица результатов расчета

Обозначение параметра	Значение	Расшифровка параметра
$Q_{п}$	0,1398	частота возникновения пожара в течение года
$R_{ап}$	0	вероятность эффективного срабатывания АУПТ
$t_{функ}$	8	время нахождения людей в здании в часах
$P_{пр}$	0,33	вероятность присутствия людей в здании
$P_{э}$	0	вероятность эвакуации людей
$R_{обн}$	0,98	вероятность эффективного срабатывания АПС
$R_{соуэ}$	0,98	условная вероятность эффективного срабатывания СОУЭ
$R_{пдз}$	0,99	условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты У вас есть противодымная вентилиляция!
$P_{п.з}$	0,9604	вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты
$Q_{в}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	расчетная величина индивидуального пожарного риска

Вывод: Поскольку индивидуальный пожарный риск превышает допустимое значение, вероятность эвакуации жизни равна 0, а эффективная вероятность срабатывания АУПТ равна 0, требуются дополнительные противопожарные меры.

Чтобы успешно эвакуировать людей и определить местонахождение источника пожара, необходимо должны сначала уменьшить количество кислорода, подаваемого к месту пожара, и предотвратить распространение огня и дыма на другие помещения. Система автоматического закрывания противопожарных дверей закрывает и удерживает ставни, чтобы изолировать комнату. В этом случае дверь можно открыть или закрыть, если нет риска.

Согласно стандарту противопожарные двери должны иметь самозакрывающееся устройство, обычно дверной доводчик. Из-за его наличия вход всегда закрыт, и требуется физическое усилие, чтобы войти в

здание или комнату. Самозакрывающаяся система - альтернатива группе тяжелых противопожарных дверных проемов с доводчиками. Функции двери:

- входить или выходить, не преодолевая сопротивления со стороны других людей;
- держать створку открытой, не нарушая правил пожарной безопасности.

На объекте установлены противопожарные двери, не имеющие устройств автоматического закрытия, что требует установки систем автоматического закрытия дверей.

## **Выводы по разделу 2**

Таким образом, в разделе мы проанализировали пожарный риск в ООО «Защита». На основании данных по объекту защиты было проанализировано текущее состояние противопожарной защиты здания, составлена тактико-техническая характеристика здания ООО «Защита».

Далее был произведён анализ пожарной опасности объекта, определена частота реализации пожарных ситуаций. Выделено два основных сценария развития пожара – в помещении столовой и в актовом зале.

По данным произведенных расчетов, установлено время эвакуации при разных сценариях пожара. При возгорании по сценарию №1 время блокирования лестничных клеток составит 2,61 минуту. При возгорании по сценарию №2 время блокирования лестничных клеток составит 2,28 минут.

Расчет пожарного риска на объекте показал, что индивидуальный пожарный риск не превышает допустимое значение и равняется  $1,8 \cdot 10^{-3}$ , но противопожарная защита объекта нуждается в модернизации, так как вероятность успешной эвакуации людей равна 0. Огромную роль в успешной эвакуации людей из горящего здания решают противопожарные двери.

Противопожарные двери позволяют локализовать пожар в замкнутой зоне и препятствовать его развитию за пределы помещения. Кроме того, наличие противопожарных дверей предоставляют возможность людям самостоятельно и безопасно эвакуироваться даже вблизи очага пожара.

В статье [20] рассматривается вопрос учета использования противопожарных дверей при расчетах пожарного риска.

«Результаты моделирования позволили оценить возможность использования противопожарных дверей при расчетах пожарного риска и отнести их к средствам, обеспечивающим ограничение распространения пожара в соответствии с п. 21 Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [20].

На объекте ООО «Защита» имеются противопожарные двери, без устройства для самозакрывания. Противопожарные двери играют ключевую роль в пожарной профилактике. Основной задачей самозакрывающихся дверей является предотвращение распространения огня через проемы в огнестойких или огнеупорных стенах. В случае пожара чрезвычайно важно, чтобы двери закрывались надежно.

### **3 Формирование механизма обеспечения пожарной безопасности ООО «Защита» путем управления пожарным риском**

#### **3.1 Методология управления пожарными рисками**

В России МЧС официально утверждено две методики по оценке пожарного риска для производственных объектов (приказ МЧС России № 404), и для остальных (приказ МЧС России № 382). Однако, в мировой практике методик по управлению пожарными рисками гораздо больше.

Существует четыре основных метода анализа пожарного риска: контрольный список, анализ дерева отдельного события, индексный (балльный) метод и вероятностный метод [3].

Однако большинство этих подходов имеют предписывающие недостатки, которые затрудняют их количественный анализ пожарного риска из-за неспособности справиться с неопределенностями, связанными с факторами пожарного риска системы.

С улучшением проектирования противопожарной защиты, основанного на характеристиках, появились некоторые модели анализа пожарных рисков и соответствующее программное обеспечение, например, FiRECAM™ (модель оценки пожарных рисков), FIERAsystem (система оценки пожаров и рисков), CESARE-RISK (Центр экологической безопасности и инженерии рисков, RISK) и Crisp II (Расчет индексов риска с помощью процедур моделирования) [31].

Однако эти модели должны зависеть от некоторых строгих ограничений, таких как большое количество входных данных, конкретные сценарии пожара и большой объем вычислений [29].

Следовательно, исследователи концентрируются на разработке гибких инструментов анализа пожарных рисков, основанных на систематической теории безопасности [32].

Методы количественной оценки риска (QRA) обычно используются для оценки неопределенностей при пожарах в зданиях. Однако из-за отсутствия статистики пожарных аварий эффективным решением является интеграция экспертных заключений в процесс QRA. QRA состоит из четырех основных процедур: идентификация опасности, расчет вероятности возникновения, оценка серьезности последствий и количественная оценка риска [28].

Для обработки сложной системной структуры и продвижения гибкого метода реализации могут использоваться различные методы принятия решений, такие как процесс нечеткой аналитической иерархии, теория нечетких множеств и метод обоснования доказательств, в связи с тем, что нечеткая логика может обеспечить гибкий способ представления неопределенной информации, возникающей из-за недостатка данных или знаний. Однако данный способ оценки пожарного риска не так распространен на сегодняшний день [30].

### **3.2 Разработка комплекса предлагаемых инновационных мероприятий по снижению пожарных рисков на объекте**

Разработаем комплекс инновационных мероприятий по снижению пожарных рисков на объекте

«Анализ и оценка рисков, представленные во втором и третьем разделе дипломного проекта, позволяют определить основные направления снижения пожарных рисков для административного здания» [28].

Для обеспечения допустимого значения уровня пожарного риска (не более одной миллионной в год) необходимо выполнение следующего комплекса инженерно-технических и организационных мероприятий:

- устройство системы оповещения и управления эвакуацией людей III типа;
- устройство автоматической пожарной сигнализации;

- обеспечение технической надежности элементов пожарной сигнализации, при которой вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации  $R_{обн} = 0,98$ ;
- обеспечение технической надежности элементов системы оповещения людей о пожаре и управлением эвакуации людей, при которой вероятность эффективного срабатывания системы СОУЭ  $R_{СОУЭ} = 0,98$ ;
- обеспечение свободного открывания дверей на путях эвакуации и по направлению выхода из здания, наличие запоров на дверях эвакуационных выходов, которые обеспечивают людям, находящимся внутри здания, возможность свободного открывания запоров изнутри без ключа;
- сохранение ширины эвакуационных путей и выходов;
- не превышение установленной пожарной нагрузки для помещений;
- устройство противопожарных и газодымонепроницаемых дверей с устройствами для самозакрывания представленной в Приложении Б.

В качестве противопожарных и газодымонепроницаемых дверей с устройствами для самозакрывания предлагается установить многофункциональное и программируемое решение для самозакрывания противопожарных дверей ABLOY.

Автоматика распашных дверей ABLOY® в особенности подходит для установки в местах, где двери нужно функционировать как противопожарной двери или двери запасного выхода или где важна установка уплотнителей на двери или её термоизоляция.

В комплекс противопожарных самозакрывающихся дверей (рисунок 14) входят газодымонепроницаемые двери, автоматический доводчик, врезная штанга «антипаника» и электромеханическая защелка.

Принцип работы самозакрывающихся дверей.

Выход: Дверь автоматически открывается при нажатии на штангу антипаники.

Дистанционное управления: Дверь автоматически открывается от сигнала пожарной сигнализации.



Рисунок 14 – Комплекс противопожарных samozакрывающихся дверей

В комплекс так же входит система удерживающих электромагнитов для противопожарных и противодымных дверей. В обычном режиме работы дверь фиксируется в открытом положении удерживающими магнитами. В случае поступления сигнала от пожарной сигнализации двери автоматически закрываются.

ABLOY® DA460 – многофункциональное и программируемое решение для автоматических распашных дверей (рисунок 15).

Электромеханическая распашная автоматика дверей ABLOY®DA460 предназначена для большого типа дверей, благодаря своим широким возможностям программирования. Дверная автоматика включает новую свободно распашную функцию: при открывании двери вручную автоматика работает легко без сопротивления от мотора и дверь при необходимости можно оставить в открытом положении. В случае питания от внешнего

источника питания 24 В пост./3А) автоматику ABLOY®DA460 можно ставить на противопожарные двери и двери аварийного выхода.



Рисунок 15 – Многофункциональное и программируемое решение для автоматических распашных дверей ABLOY® DA460

Свойства:

- компактный дизайн;
- регулировка времени открытого положения, скорости;
- открывания, усилия и угла;
- функция устранения давления от уплотнителя (прижим) перед открыванием;
- усилие удержания двери закрытой и функция держать открыто;
- программируемая «функция push & go» как стандартная опция;
- программируемая «свободно распашная функция» как стандартная опция;
- подключение пожарного датчика;
- быстрая и лёгкая установка и ввод в эксплуатацию;
- работа двойных дверей без дополнительных устройств;
- два типа сигналов: нормальный и с задержкой.

Технические данные:

- размеры крышки: А 85 х В 107 х С 595 мм, вес 6,5 кг;
- вес двери макс 125 кг (стандартная тяга, ширина двери 1000 мм);
- источник питания 90 – 264 В перем., 47-63 Гц или доп. источник питания 24 В пост., 3А;
- напряжение для внешнего сигнального устройства или замков 12 В пост., 1А;
- рабочая температура: -15...+50°С;
- нет сторонности.

Дополнительные устройства:

- тяги: стандартная тяга (функция толкать) DA147, стандартная удлинённая тяга DA148 и скользящая тяга (функция тянуть) DA149.
- удлинители: DA150/01 10 мм, DA150/02 20 мм, DA150/06 60 мм
- монтажная пластина: DA103

Данный комплекс предлагается поставить на всех путях эвакуации, где имеются задержки по времени – а именно тамбуры перед лестничными пролетами, входные двери и запасной выход.

Неисполнение рекомендаций по снижению уровня пожарного риска может привести к существенным штрафным санкциям.

С января 2009 года вступили в силу изменения в Федеральный закон «О пожарной безопасности», которые устанавливают требования пожарной безопасности, обязательные для применения и исполнения органами государственной власти, органами местного самоуправления, организациями, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, их должностными лицами, предпринимателями без образования юридического лица, гражданами Российской Федерации (а также иностранными гражданами и лицами без гражданства) в целях защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, охраны окружающей среды.

«Обязанности по обеспечению пожарной безопасности несут, как правило, должностные лица. Признание должностных лиц субъектами анализируемого преступления основано на том, что в их обязанности входит организация производственной деятельности таким образом, чтобы исключить опасность пожара. Для этого они наделены властными организационно-распорядительными и административно-хозяйственными полномочиями, имеют в своем распоряжении необходимые ресурсы» [13].

«С принятием Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», составление Декларации о пожарной безопасности объектов стало обязательным, таким образом, стали обязательными и рекомендации, содержащиеся в ней» [19].

Размеры штрафных санкций за несоблюдение законодательства о пожарной безопасности представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Размеры штрафных санкций за несоблюдение законодательства о пожарной безопасности

Нарушение	Статья КоАП РФ	Санкция
«Нарушение правил пожарной безопасности» [23].	п.1 ст. 20.4.	«Штраф для организации до 200000 руб., должностных лиц до 15000 руб.» [23].
«Нарушение требований пожарной безопасности к устройству и содержанию путей эвакуации, систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, а также противодымной защиты» [23].	п.4 ст. 20.4	«Штраф для организации до 200000 руб., должностных лиц до 20000 руб. За повторное совершение административного правонарушения Штраф для организации до 400000 руб. или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток, должностных лиц до 30000 руб.» [23].

Таким образом, штрафные санкции за несоблюдение законодательства о пожарной безопасности довольно крупные и последствия несут серьезные, вплоть до приостановления деятельности организации.

### 3.3 Оценка пожарного риска на объекте по результатам внедрения комплекса мероприятий

Для оценки пожарного риска на объекте по результатам внедрения комплекса мероприятий, рассчитаем расчетное время эвакуации людей и рассчитаем индивидуальный пожарный риск.

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  из помещений и зданий определяется на основе моделирования движения людей до выхода наружу по упрощенной аналитической модели движения людского потока, приведенной в приложении 2 к Методике [15].

Расчитанные значения сведем в таблицы 11, 12 и 13.

Таблица 11 – Расчет времени эвакуации третьего этажа

№ Участка	Результат расчета времени эвакуации 2-го этажа
Уч. № 1	$t = 0.08$
Уч. № 2	$t = 0.001$
Уч. № 3	$t = 0.008$
Уч. № 4	$t = 0.001$
Уч. № 5	$t = 0.32$
Уч. № 6	$t = 0.004$
Уч. № 7	$t = 0.001$
Уч. № 8	$t = 0.008$
Уч. № 9	$t = 0.001$
Уч. № 10	$t = 0.32$
Уч. № 11	$t = 0.05$
Уч. № 12	$t = 0.02$
Уч. № 13	$t = 0.26$
Уч. № 14	$t = 0.13$
Уч. № 15	$t = 0.40$
Уч. № 16	$t = 0.16$
Уч. № 17	$t = 0.16$
$T = \sum t_i = 1,92$ мин	

Таблица 12 – Расчет времени эвакуации второго этажа

№ Участка	Результат расчета времени эвакуации 2-го этажа
Уч. № 18	t = 0.06
Уч. № 19	t = 0.001
Уч. № 20	t = 0.008
Уч. № 21	t = 0.001
Уч. № 22	t = 0.32
Уч. № 23	t = 0.06
Уч. № 24	t = 0.001
Уч. № 25	t = 0.03
Уч. № 26	t = 0.001
Уч. № 27	t = 0.26
Уч. № 28	t = 0.005
Уч. № 29	t = 0.001
Уч. № 30	t = 0.06
Уч. № 31	t = 0.001
Уч. № 32	t = 0.32
Уч. № 33	t = 0.03
Уч. № 34	t = 0.001
Уч. № 35	t = 0.06
Уч. № 36	t = 0.001
Уч. № 37	t = 0.26
Уч. № 38	t = 0.13
Уч. № 39	t = 0.16
Уч. № 40	t = 0.13
$T = \sum t_i = 1.91$ мин	

Таблица 13 – Расчет времени эвакуации первого этажа

№ Участка	Результат расчета времени эвакуации 1-го этажа
Уч. № 41	t = 0.08
Уч. № 42	t = 0
Уч. № 43	t = 0.1
Уч. № 44	t = 0.001
Уч. № 45	t = 0.07
Уч. № 46	t = 0.001
Уч. № 47	t = 0.03
Уч. № 48	t = 0.001
Уч. № 49	t = 0.13
Уч. № 50	t = 0.13
Уч. № 51	t = 0.03
Уч. № 52	t = 0.001
Уч. № 53	t = 0.06
Уч. № 54	t = 0.001
Уч. № 55	t = 0.03
Уч. № 56	t = 0.001
Уч. № 57	t = 0.39

Продолжение таблицы 13

№ Участка	Результат расчета времени эвакуации 1-го этажа
Уч. № 58	$t = 0.06$
Уч. № 59	$t = 0.001$
Уч. № 60	$t = 0.03$
Уч. № 61	$t = 0.001$
Уч. № 62	$t = 0.2$
Уч. № 63	$t = 0.2$
Уч. № 64	$t = 0.06$
Уч. № 65	$t = 0.2$
Уч. № 66	$t = 0.13$
$T = \sum t_i = 1.957$ мин	

Таким образом, получаем следующие значения расчетов:

- $t_{\text{бл}}$  - 2,61;
- $t_p$  - 1,957 (наихудший вариант движения);
- $t_{\text{нэ}}$  - 1,5 мин;
- $t_{\text{ск}}$  - 0,32 мин;

$P_э$  вычисляем по формуле (9):

$$P_э = \frac{0,8 \cdot t_{\text{бл}} - t_p}{t_{\text{нэ}}},$$

если  $1,957 < 0,8 \cdot 2,61 < 1,957 + 1,5$  и  $0,32 \leq 6$  мин.

Так как рассчитанное время по формуле (11):

$$t_p = 3,12 > 0,8 \cdot 1 \rightarrow 3,12 > 1,03,$$

то

$$P_э = 0,99.$$

Рассчитаем вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, рассчитывается по формуле (10):

$$P_{пз} = 1 - (1 - 0,98 \cdot 0,98) \cdot (1 - 0,98 \cdot 0,99) = 0,99$$

Тогда расчетная величина индивидуального пожарного риска по формуле (7):

$$Q_{в} = 0,1398 \cdot (1 - 0,99) \cdot 0,33 \cdot (1 - 0,98) \cdot (1 - 0,99) = 0,98 \cdot 10^{-7}$$

Результаты расчета сведены в таблицу 14.

Таблица 14 – Результаты расчетов после проведения модернизации системы пожарной безопасности

Обозначение параметра	Значение	Расшифровка параметра
$Q_{п}$	0,1398	частота возникновения пожара в течение года
$R_{ап}$	0,99	вероятность эффективного срабатывания АУПТ
$t_{функ}$	8	время нахождения людей в здании в часах
$P_{пр}$	0,33	вероятность присутствия людей в здании
$P_{э}$	0,35	вероятность эвакуации людей
$R_{обн}$	0,98	вероятность эффективного срабатывания АПС
$R_{соуэ}$	0,98	условная вероятность эффективного срабатывания СОУЭ
$R_{пдз}$	0,99	условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты
$P_{п.з}$	0,99	вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты
$Q_{в}$	$0,98 \cdot 10^{-7}$	расчетная величина индивидуального пожарного риска

Подставляем найденные значения  $Q_{в}$  в формулу (6):

$$Q_{в} = 0,98 \cdot 10^{-7} < 10^{-6}$$

Вывод: Индивидуальный пожарный риск не превышает допустимое значение, значит предложенные технические мероприятия эффективны.

В таблице 15 представлены затраты на строительные-монтажные и пуско-наладочные работы модернизации системы противопожарной защиты административного здания ООО «Защита».

Таблица 15 – Строительно-монтажные и пуско-наладочные работы

Шифр и номер позиции норматива.	Наименование работ и затрат на установку.	Единица измерения.	Стоимость единицы, руб.	Кол-во.	Общая стоимость, руб.
ТЕРм 10-01-039-6	Ручной извещатель	Шт.	20,86	3	62,58
ТЕРм 10-08-001-1	Приемно - контрольный прибор	Шт.	309,70	1	309,70
ТЕРм 10-08-001-10	Прибор управления пожарный	Шт.	141,35	1	141,3
ТЕРм 08-02-147-1	Прокладка кабеля в металлорукаве	100м	500,05	2	1000,1
ТЕРм-08-03-572-03	Шкаф контрольно пусковой	Шт.	525,06	1	525,06
ТЕРм 10-06-068-16	Программирование системы и отладка её работы	Шт.	316	1	316
ТЕРм 10-06-068-15	Конфигурация и настройка компонентов	Шт.	505,60	1	505,6
ТЕРм10-02-016-6	Отдельно устанавливаемый преобразователь или блок питания	Шт.	198,6	1	198,6
Итого:					3058,94
Итого с коэффициентом перерасчёта:					60108,171

Цены представлены по ТЕРМ-2001г

Коэффициент перерасчета К=19,65 (индекс перерасчета для Самарской области) Индексы Минстроя за I квартал 2020 г.

Для перевода цен перемножаем итоговую цену затрат на установку с коэффициентом перерасчета на 1 квартал 2020г.

Согласно единому тарифно-квалификационному справочнику работ и территориальным единичным расценкам на монтаж оборудования к монтажным работам под номерами: 1,2,3,4,5,6,7,10 могут приступить монтажники 3 разряда в количестве 1 человека. К работам под номерами: 8,9 может приступить монтажник с разрядом не ниже 5 в количестве 1 человека.

В таблице 16 представлены затраты на оборудование.

Таблица 16 – Оборудование и материалы

Наименование	Тип	Ед.изм.	Цена, руб.	Количество	Итого цена, руб.
Многофункциональное и программируемое решение для самозакрывания противопожарных дверей	DA460	шт	125	2	250
Противопожарные двери с врезной штангой «антипаника» и электромеханической защелка.	DA460	шт	32600	4	130400
Ручной извещатель	ИПР 513-10	шт	3658	3	10974
Приемно -контрольный прибор	«Орион» С2000М	Шт	6580,8	1	6580,8
	«Орион» С2000-КДЛ	Шт	2217,7	1	2217,7
	«Орион» С2000-БРШС-Ех	Шт	13428	1	13428
Оповещатель светозвуковой взрывозащищенный	ВП-О-СЗ	шт	7025	1	7025

Продолжение таблицы 16

Наименование	Тип	Ед.изм.	Цена, руб.	Количество, во	Итого цена, руб.
Прибор управления пожарный	ПУ 5	шт	6057.77	1	6057.77
Шкаф контрольно пусковой	ШКП	шт	14855	2	29710
Трудногорючий кабель	КУНРС	м	125	25	3125
Пожарный извещатель	«Рупор»	шт	26	4400	114400
Табличка «Выход»		шт	500	5	2500
Динамик «Сирена»		шт	1500	6	9000
Итого:					568601,2

Всего по смете:

$$568601,2 + 60108,171 = 628709,171 \text{ рублей.}$$

Затраты на предложенное техническое решение равно 628 709,171 рублей.

Оценим экономическую эффективность предложенных мероприятий по противопожарной защите.

«При отсутствии статистических данных ожидаемые потери рассчитываются исходя из стоимости здания и технологии, размеров повреждений, вероятности возникновения и тушения пожара средствами, предусматриваемыми для пожарной защиты объекта» [11].

В качестве конструкций в здании ООО «Защита» на всех этажах применяются сборные железобетонные балки БДР, металлические фермы из спаренных уголков прокатных профилей, кирпичная кладка. Общая площадь здания – 645 м<sup>2</sup>.

Стоимость 1 м<sup>2</sup> равняется 35 000 рублей, тогда оценочная стоимость

здания – 22, 575 млн. рублей.

В базовом варианте здание ООО «Защита» оборудовано СОУЭ II типа (исходный вариант).

В проектном варианте ООО «Защита» оборудовано СОУЭ II типа и самозакрывающимися дверями по проектному решению.

В расчете принимаем стоимость 1 м<sup>2</sup> здания вместе с оборудованием:

- в базовом варианте – 6300 руб.;
- в проектном варианте – 6500 руб.

Рассчитываем ожидаемые годовые потери для различных сценариев развития пожаров.

Ожидаемые годовые потери для различных сценариев развития пожаров рассчитываются по формуле:

$$M(\Pi) = M_1(\Pi) + M_2(\Pi) + M_3(\Pi), \quad (18)$$

где  $M_1(\Pi)$ ,  $M_2(\Pi)$ ,  $M_3(\Pi)$  - математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных соответственно первичными средствами пожаротушения; привозными средствами пожаротушения; при отказе всех средств пожаротушения [11].

Слагаемые математического ожидания годовых потерь от пожаров определим по формулам (19), (20) и (21):

$$M_1(\Pi) = J C_m F_{\text{пож.}} p_1 (1 + \kappa) \quad (19)$$

$$M_2(\Pi) = J (C_m F'_{\text{пож.}} + C_{\kappa}) 0,52 (1 + \kappa) (1 - p_1) p_2 \quad (20)$$

$$M_3(\Pi) = J (C_m F''_{\text{пож.}} + C_{\kappa}) (1 + \kappa) [1 - p_1 - (1 - p_1) p_2] \quad (21)$$

где  $J$  - вероятность возникновения пожара, 1/м<sup>2</sup> в год;

$F$  - площадь объекта, м<sup>2</sup>;

$C_T$  - стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб/м<sup>2</sup>;

$F_{\text{пож}}$  - площадь пожара на время тушения первичными средствами, м<sup>2</sup>;  
 $p_1, p_2$  - вероятность тушения пожара первичными и привозными средствами;  
 0,52 - коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами;  
 $C_{\kappa}$  - стоимость поврежденных частей здания, руб./м<sup>2</sup>;  
 $F'_{\text{пож}}$  - площадь пожара за время тушения привозными средствами;  
 $F''_{\text{пож}}$  - площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м<sup>2</sup>;  
 $\kappa$  - коэффициент, учитывающий косвенные потери [11].

Для базового варианта считаем по формулам (19), (20) и (21):

$$\begin{aligned}
 M_1(II) &= J C_m F_{\text{пож}} p_1 (1 + \kappa) = 2136,4 \text{ руб} \\
 M_2(II) &= J (C_m F'_{\text{пож}} + C_{\kappa}) 0,52 (1 + \kappa) (1 - p_1) p_2 = 40788 \text{ руб.} \\
 M_3(II) &= J (C_m F''_{\text{пож}} + C_{\kappa}) (1 + \kappa) [1 - p_1 - (1 - p_1) p_2] = 110680 \text{ руб.}
 \end{aligned}$$

Для проектного варианта считаем по формулам (19), (20) и (21)::

$$\begin{aligned}
 M_1(II) &= J C_m F_{\text{пож}} p_1 (1 + \kappa) = 2263,2 \text{ руб.} \\
 M_2(II) &= J (C_m F'_{\text{пож}} + C_{\kappa}) 0,52 (1 + \kappa) (1 - p_1) p_2 = 43856 \text{ руб.} \\
 M_3(II) &= J (C_m F''_{\text{пож}} + C_{\kappa}) (1 + \kappa) [1 - p_1 - (1 - p_1) p_2] = 112628 \text{ руб.}
 \end{aligned}$$

Таким образом, общие ожидаемые годовые потери составят:

В базовом варианте:

$$M(\Pi) = 2136,4 + 40788 + 110680 = 151\,704,4 \text{ руб.}$$

В проектном варианте:

$$M(\Pi) = 2263,2 + 43856 + 112628 = 112628 \text{ руб.}$$

Мы рассчитываем консолидированный экономический эффект по ставке дисконтирования 10%.

Базовый вариант. Капитальные затраты на установку систем автоматической пожарной сигнализации II типа в зданиях составляют 585 000 руб.

Эксплуатационные расходы составляют 1800 руб. Суммарный интегральный эффект составляет 85 200 руб. в течение 20 лет.

Проектный вариант. Капитальные затраты, связанные с установкой в зданиях автоматической системы пожарной сигнализации II типа и установкой самозакрывающихся дверей, составляют 628 709 171 руб. Эксплуатационные расходы составляют 1850 руб.

Суммарный интегральный эффект достигает 57 155 руб. в течение 20 лет.

Следовательно, проектный вариант экономически эффективнее. Кроме того, оценить эффективность мероприятий можно эмпирическим путем, или в сравнении с рассчитанным ущербом от пожара и штрафов от несоблюдения требований пожарной безопасности.

Самый крупный размер штрафа, согласно КоАП РФ ч.6.1 ст.20.4 нарушение требований пожарной безопасности – нарушение требований пожарной безопасности, повлекшее возникновение пожара и причинение тяжкого вреда здоровью человека или смерть человека до 1 000 000 рублей.

Таким образом, модернизация противопожарной системы объекта экономически обоснована.

### **Выводы по разделу 3**

Таким образом, в данном разделе была проведена разработка комплекса предлагаемых инновационных мероприятий по снижению пожарных рисков на объекте.

Для этого первоначально рассматривалась методология управления пожарными рисками. Из всех методик оценки пожарного риска для данного объекта защиты наиболее подходящим является количественный метод. На основании этого метода была проведена оценка пожарного риска на объекте по результатам внедрения комплекса мероприятий.

В методике [15] говорится, что в случае, если расчетная величина индивидуального пожарного риска превышает нормативное значение, в здании следует предусмотреть дополнительные противопожарные мероприятия, направленные на снижение величины пожарного риска.

К числу противопожарных мероприятий, направленных на снижение величины пожарного риска, относятся: применение дополнительных объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара.

Таким образом, если риск остается достаточно высоким, необходимо ограничивать ОФП. Таким ограничением может служить установка противопожарных samozакрывающихся дверей.

Было предложено модернизировать противопожарную защиту здания в комплексном варианте, включающем не только систему обнаружения пожара и систему оповещения о пожаре, но и многофункциональное и программируемое решение для samozакрывания противопожарных дверей.

Многофункциональное и программируемое решение для samozакрывания противопожарных дверей ABLOY – это электромеханическая распашная автоматика дверей для большой проходимости.

Автоматика включает новую свободно распашную функцию: при открывании двери вручную, она открывается легко без сопротивления от мотора и дверь, при необходимости, можно оставить в открытом положении.

Автоматику можно использовать как с одностворчатыми, так и с двухстворчатыми дверьми, внешними и внутренними, противопожарными дверьми и дверьми аварийного запасного выхода.

В ходе расчета индивидуального пожарного риска после внедрения предложенных технических мероприятий было выяснено, что уровень рассчитанного индивидуального пожарного риска не превышает допустимый уровень.

Далее проводилась оценка экономической эффективности мероприятий по снижению пожарного риска предприятия проводилась по затратам на оборудование и пуско-наладочные работы.

Экономическая эффективность мероприятий оценивалась в сравнении с рассчитанным ущербом от пожара и штрафов от несоблюдения требований пожарной безопасности.

Интегральный экономический эффект при применении проектного варианта составил 57155 руб. при расчете за период в 20 лет, что экономически эффективнее существующего базового варианта.

## Заключение

Тема магистерской диссертации – «Формирование механизма обеспечения пожарной безопасности предприятия на примере управления пожарным риском ООО «Защита».

Объект исследования: ООО «Защита».

Предмет исследования: механизм обеспечения пожарной безопасности предприятия на примере управления пожарным риском ООО «Защита».

Цель исследования: исследование и разработка комплексных систем изучение систем управления пожарными рисками на примере объекта административном здании ООО «Защита».

Гипотеза исследования состоит в том, что мероприятия по улучшению пожарной безопасности влияют на уровень пожарного риска в административных зданиях с пребыванием людей.

В работе решены следующие задачи:

- проверены теоретические основы расчета, чтобы оценить риск возгорания, определить его характер и место в системе безопасности.
- описана система охраны административного здания ООО «Защита» и оценить меры, принимаемые по защите от пожара.
- проведен анализ и оценку пожарного риска в страховых объектах: определение частоты возникновения пожаров; рассчитать индивидуальный риск возгорания.
- разработаны меры по снижению пожароопасности административного здания ООО «Защита».

В первом разделе работы исследовались теоретические основы оценки пожарного риска. Рассматривались комплексные методы оценки пожарного риска как из отечественных литературных и научных источников, так и зарубежных.

Были даны определения допустимого пожарного риска, индивидуального и коллективного.

Во втором разделе работы проводился анализ пожарного риска в ООО «Защита».

На основании данных по объекту защиты было проанализировано текущее состояние противопожарной защиты здания, составлена тактико-техническая характеристика здания ООО «Защита».

Далее был произведён анализ пожарной опасности объекта, определена частота реализации пожарных ситуаций. Выделено два основных сценария развития пожара – в помещении столовой и в актовом зале. По данным произведенных расчетов, установлено время эвакуации при разных сценариях пожара.

Расчет пожарного риска на объекте показал, что индивидуальный пожарный риск превышает допустимое значение, а значит система противопожарной защиты объекта нуждается в модернизации.

В третьем разделе работы проводилась разработка комплекса предлагаемых инновационных мероприятий по снижению пожарных рисков на объекте. Для этого первоначально рассматривалась методология управления пожарными рисками. Из всех методик оценки пожарного риска для данного объекта защиты наиболее подходящим является количественный метод. На основании этого метода была проведена оценка пожарного риска на объекте по результатам внедрения комплекса мероприятий. Ранее было предложено модернизировать противопожарную защиту здания в комплексном варианте, включающем не только систему обнаружения пожара и систему оповещения о пожаре, но и многофункциональное и программируемое решение для самозакрывания противопожарных дверей.

Оценка экономической эффективности мероприятий по снижению пожарного риска предприятия проводилась по затратам на оборудование и пуско-наладочные работы.

## Список используемых источников

1. Автоматизированная система противопожарной защиты: пат. РФ RU 116670 U1 № 2001100469/20; заявл. 07.02.2012. опублик. 27.05.2012 Бюл. № 15, (I ч.). 6 с.
2. Бадагуев, Б. Т. Пожарная безопасность на предприятии: Приказы, акты, журналы, протоколы, планы, инструкции 4-е изд., пер. и доп. / Б. Т. Бадагуев. М.: Альфа-Пресс, 2014. 720 с.
3. Брушлинский Н.Н. Мировая пожарная статистика/ Н.Н. Брушлинский, П. Вагнер, С.В. Соколов, Д. Холл- М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. 126 с.
4. Грачев В.Ю. Зарубежные руководства по оценке пожарного риска. Екатеринбург: ООО «СИТИС», 2019. с. 35
5. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] : URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 26.03.2020).
6. ГОСТ Р 53255-2009 Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний. [Электронный ресурс] : URL: <http://base.consultant.ru/cons/CGI/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=459178> (дата обращения: 26.09.2020)
7. Григорьев, Л. Н. Экономическая эффективность внедрения систем противопожарной защиты. г. Пермь: Сфера, 2009. 122 с.
8. Горбунова, Л. Н., Васильев С.И. Основы промышленной безопасности: учебное пособие: в 2-х ч., Ч. 1. СПб.: Сибирский федеральный университет, 2012. 502 с.
9. Корольченко, А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник в 2-х томах. М. : Ассоциация «Пожнаука», 2016. 713с.

10. МДС 21-1.98 Предотвращение распространения пожара. [Электронный ресурс] : Пособие к СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=STR&n=8107#07735465470405325> (дата обращения: 21.09.2020).
11. Мосалков И.Л. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: учебник/ под. Ред Мосалкова И.Л.. М: Академия ГПС МЧС России, 2015.65 с.
12. Оповещение и информирование в системе мер гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций и пожарной безопасности. М.: Институт риска и безопасности, 2013. 320 с.
13. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69–ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (дата обращения: 21.09.2020).
14. О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 22 июля 2020 г. № 1084. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_358202/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358202/) (дата обращения: 21.09.2020).
15. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций [Электронный ресурс] : Постановление Минтруда России, Минобразования России от 13.01.2003 № 1/29 (ред. от 30.11.2016) (Зарегистрировано в Минюсте России 12.02.2003 № 4209). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_40987/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40987/) (дата обращения: 26.09.2020).
16. О федеральном государственном пожарном надзоре (вместе с Положением о федеральном государственном пожарном надзоре) [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ № 290 от

- 12.04.2012 г. URL: <http://base.garant.ru/70161266/> (дата обращения 19.09.2020).
17. Пузач, С.В. Новые представления о расчете необходимого времени эвакуации людей и об эффективности использования портативных фильтрующих самоспасателей при эвакуации на пожарах: Монография М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. 222 с.
18. Ройтман В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. М.: Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2016. 382с.
19. Сальков, О. А. Комментарий к Федеральному закону от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» М.: Деловой двор, 2016. 712 с.
20. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности / СП 3.13130.2009. [Электронный ресурс] : URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения 19.09.2020)
21. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» / СП 3.13130.2009. [Электронный ресурс] : URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения 19.09.2020)
22. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» / СП 1.13130.2009. [Электронный ресурс] : URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения 19.09.2020).
23. Смирнов, С.Н. Противопожарная безопасность. М.: ДиС, 2016. 144 с.

24. Собурь, С.В. Пожарная безопасность предприятия: Курс пожарно-технического минимума: Учебно-справочное пособие. М.: ПожКнига, 2015. 480 с.
25. Холщевников, В.В. Эвакуация и поведение людей при пожарах: Учеб. пособие / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин. М.: Академия ГПС МЧС. 2019. 109 с.
26. Benichou, N., Kashef, A. H., Reid, I., Hadjisophocleous, G. V., Torvi, D. A., Morinville, G. FIERA system: a fire risk assessment tool to evaluate fire safety in industrial buildings and large spaces / Journal of Fire Protection Engineering, 15, 2016. pp. 145-172.
27. Hurley, M. J., Bukowski, R. W. Fire Hazard Analysis Techniques In: Fire Protection Handbook. Cote, A. E. (ed.) / NFPA, Ch. 7, 2018. pp. 121-134.
28. Jin, T., «Visibility Through Fire Smoke» SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd ed., P. J. DiNenno et al. (Eds.), National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2016. 103 p.
29. Schifiliti, R. P., Meacham, B. J., and Custer, R. L. P., «Design of Detection Systems» SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2014. 152 p.
30. Walton, W., and Thomas, P., «Estimating Temperatures in Compartment Fires» SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd ed., P. J. DiNenno et al. (Eds.), National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2016. 95 p.

Приложение А

План эвакуации людей из помещений административного здания ООО «Защита»

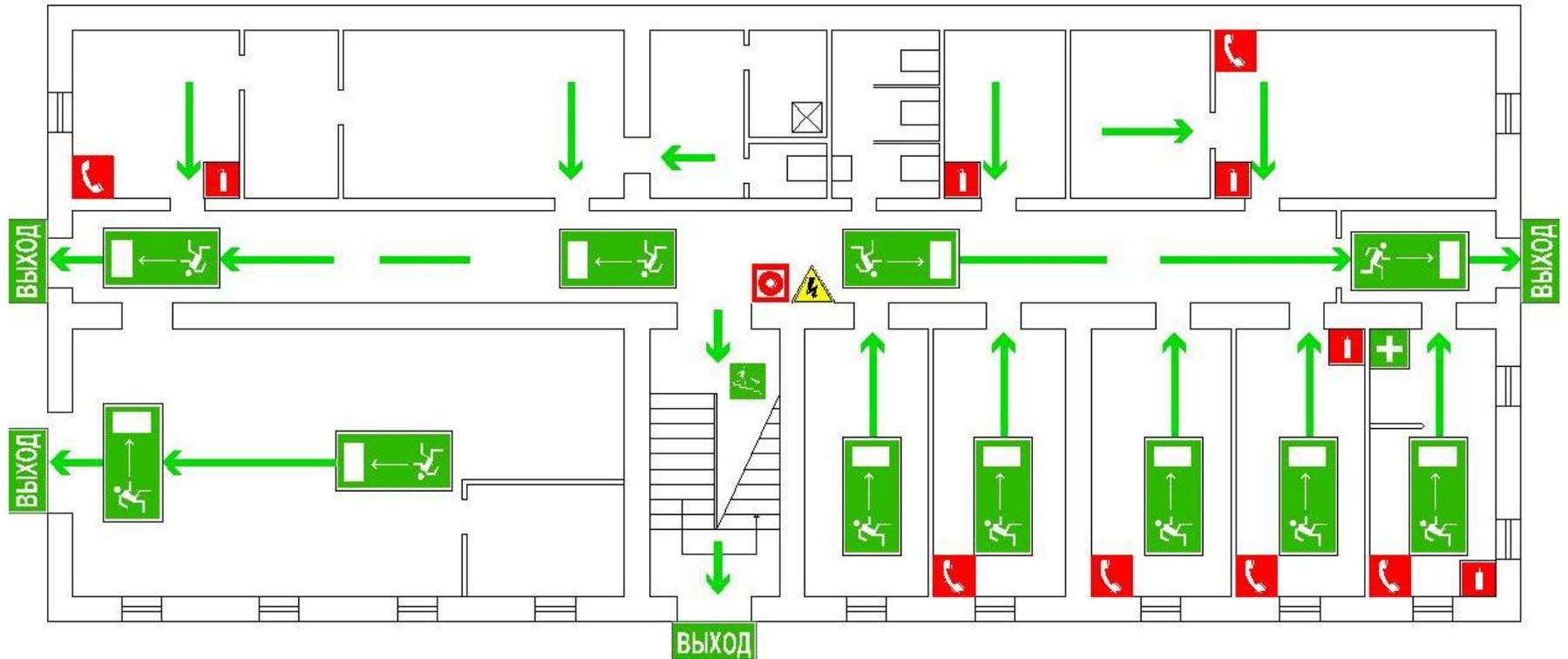


Рисунок А.1 – План эвакуации людей из помещений 1 этажа административного здания ООО «Защита»

Продолжение приложения А

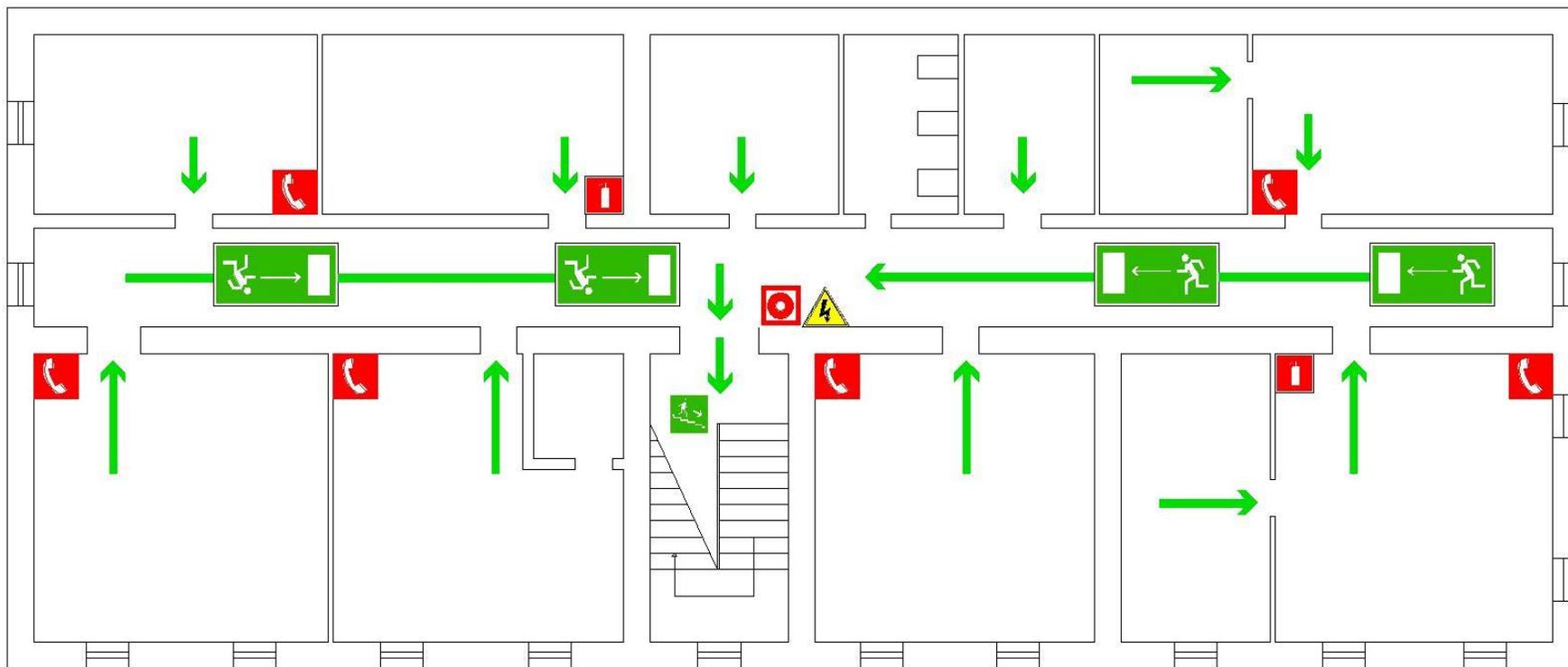


Рисунок А.2 – План эвакуации людей из помещений 2 этажа административного здания ООО «Защита»

Продолжение приложения А

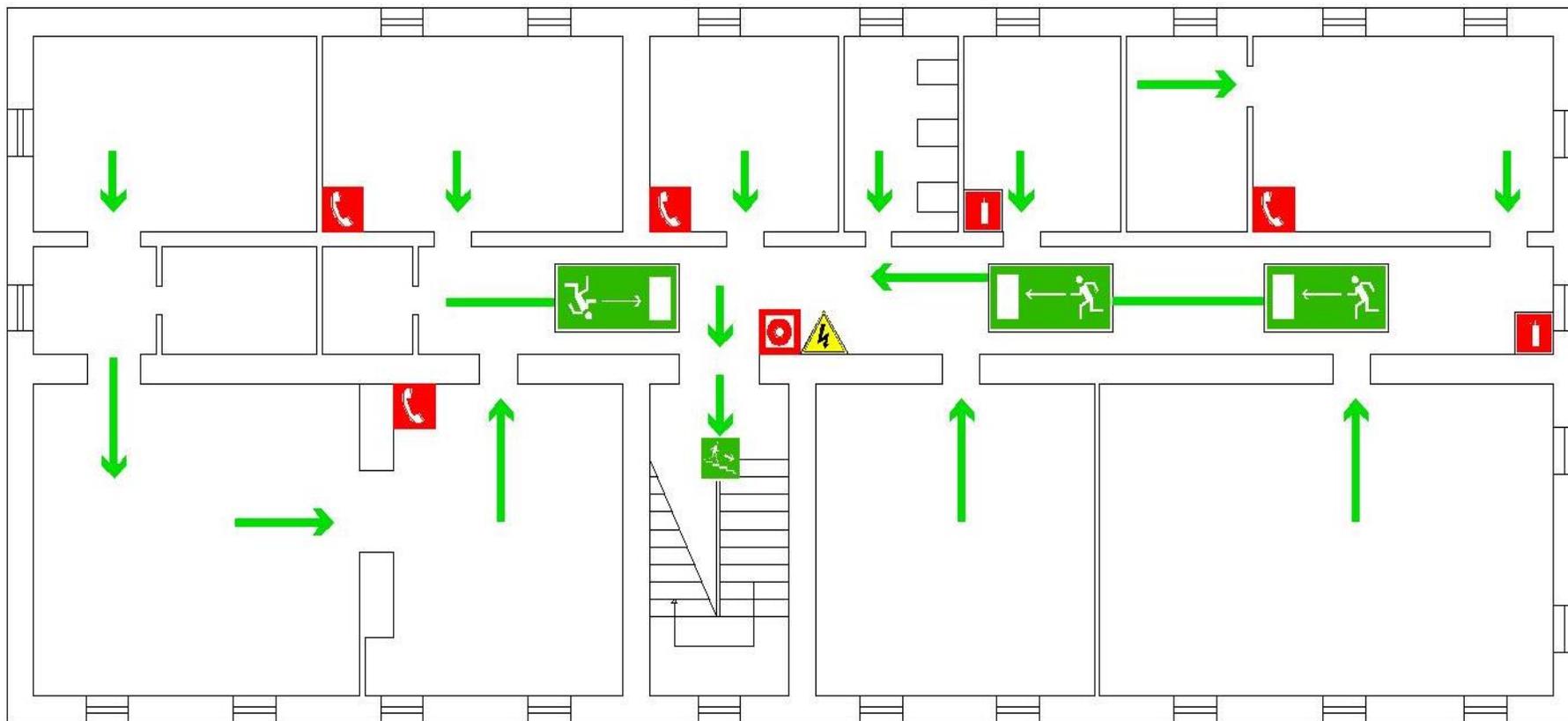


Рисунок А.3 – План эвакуации людей из помещений 3 этажа административного здания ООО «Защита»

Приложение Б

План-схемы этажей здания ООО «Защита»



Рисунок Б.1 – План – схема 1 этажа

Продолжение приложения Б



Рисунок Б.2 – План – схема 2 этажа

Продолжение приложения Б

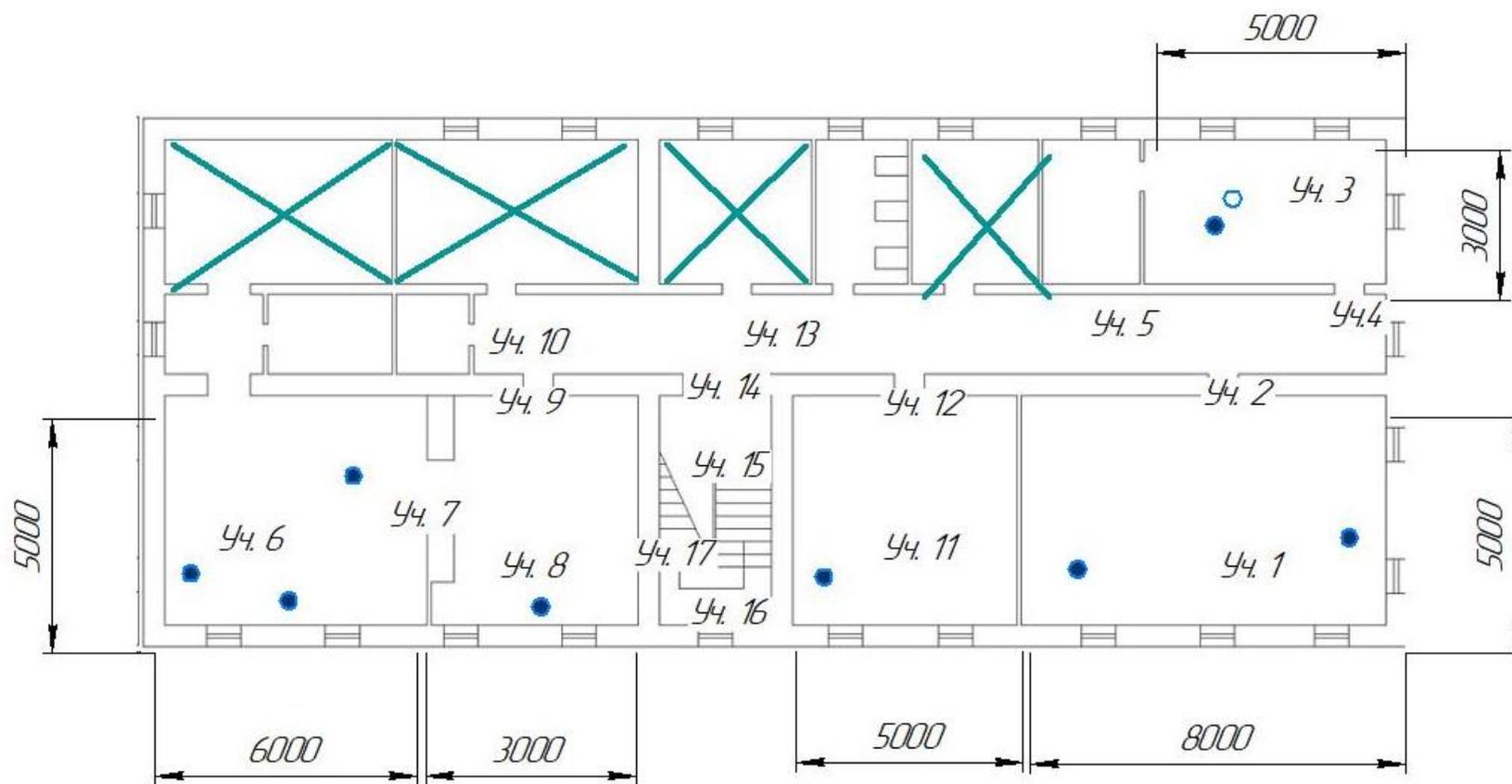


Рисунок Б.3 – План – схема 3 этажа