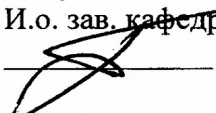


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления»**  
(ВСГУТУ)  
Институт экономики и права  
Юридический факультет  
Кафедра «Промышленная экология и защита в чрезвычайных ситуациях»

Допущен к защите

И.о. зав. кафедрой

  
к.и.н., доц. Б.С. Шапхаев

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
ДИПЛОМНАЯ РАБОТА  
(Д.2513.47.0.10.109.0000)

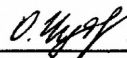
на тему: «Оценка пожарных рисков в образовательном учреждении»

Исполнитель: обучающийся по направлению подготовки «Техносферная безопасность» очной формы обучения группы ПБ5107-31, направленности «Пожарная безопасность»

БАЛЬЖИНИМАЕВА КАРИНА ЮРЬЕВНА

  
(подпись, дата)

Руководитель работы

  
(подпись, дата)

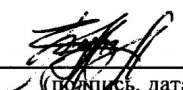
к.б.н., доц. /О.Н. Чудинова/

Консультанты:

  
(подпись, дата)


к.т.н., доц. /Г.Ж. Ухеев/

Нормоконтролер

  
(подпись, дата)

ст. преподаватель /А.А. Бутакова/

Референт

  
(подпись, дата)

к.б.н., ст. преподаватель /С.Ж. Гулгенов/

Улан-Удэ, 2021

МИНИСТЕРС  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Восточно-Сибирский государственный университет технологий и  
управления»  
(ВСГУТУ)  
Институт экономики и права  
Юридический факультет  
Кафедра «Промышленная экология и защита в чрезвычайных ситуациях»

Допущен к защите  
И.о. зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_ к.и.н., доц. Б.С.  
Шапхаев

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
ДИПЛОМНАЯ РАБОТА  
(Д.2513.47.0.10.109.0000)

на тему: «Оценка пожарных рисков в образовательном учреждении»

Исполнитель: обучающийся по направлению подготовки «Техносферная  
безопасность» очной формы обучения группы ПБ5107-31, направленности  
«Пожарная безопасность»

БАЛЬЖИНИМАЕВА КАРИНА ЮРЬЕВНА

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Руководитель работы  
Чудинова/

\_\_\_\_\_ к.б.н., доц. /О.Н.

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Консультанты:

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. /Г.Ж. Ухеев/

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Нормоконтролер  
Бутакова/

\_\_\_\_\_ ст. преподаватель /А.А.

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Референт \_\_\_\_\_  
преподаватель /С.Ж.Гулгенов/

(подпись, дата)

к.б.н., ст.

Улан-Удэ, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Анализ пожарных рисков в образовательных учреждениях	6
1.1 Пожарный риск и его место в системе техносферной безопасности	9
1.2 Характеристика и классификация пожарных рисков	13
1.3 Методика расчета и оценки пожарных рисков	15
1.4 Мероприятия по обеспечению допустимых значений пожарных рисков	26
2 Характеристика образовательного учреждения	30
2.1 Краткая характеристика объекта защиты	30
2.2 Конструктивные особенности зданий, сооружений и материалов	34
2.3 Характеристика территории и пожарных разрывов	34
2.4 Мероприятия по пожарной безопасности	35
3 Оценка пожарных рисков в образовательном учреждении	37
3.1 Основные расчетные величины индивидуального пожарного риска	38
3.2 Пожарная опасность образовательного учреждения	38
3.3 Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций	38
3.4 Построение полей опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития	40
3.5 Расчет пожарного риска	41
4 Разработка мероприятий по снижению пожарных рисков в образовательном учреждении	53
4.1 Организационные мероприятия	53
4.2 Инженерно-технические мероприятия	53
4.3 Оценка экономической эффективности мероприятий по снижению пожарных рисков	54
Заключение	55
Список использованных источников	56
Приложение	58

## ВВЕДЕНИЕ

Статистические данные показывают, что пожары в образовательных учреждениях – далеко нередкое явление. За 2019 г. в России было зарегистрировано 471537 пожаров, из них более 200 пожаров произошло в образовательных учреждениях.

Основными причинами пожаров в образовательных учреждениях являются:

- неосторожное обращение с огнем (41 %);
- нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования (26 %);
- поджог (19 %).

В образовательных учреждениях существует множество пожароопасных факторов, к которым можно отнести: массовое пребывание людей, сложную планировку зданий учебных корпусов и общежитий, наличие помещений различных по категории пожарной опасности и располагающихся в одном здании.

Основным показателем уровня пожарной опасности является показатель пожарного риска – количество погибших в результате пожаров в год на 1 млн. жителей.

Пожары являются наиболее распространенной причиной чрезвычайных ситуаций в зданиях с массовым пребыванием людей, следовательно снижение пожарного риска до законодательно утвержденного уровня должно рассматриваться как важнейший индикатор и характеристика эффективности принимаемых решений по обеспечению пожарной безопасности.

Исходя из вышеизложенного тема выпускной квалификационной работы «Оценка пожарных рисков в образовательном учреждении» является актуальной.

Целью дипломной работы является оценка пожарных рисков в образовательном учреждении.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- провести анализ пожарных рисков в образовательных учреждениях;
- дать характеристику образовательного учреждения;

– провести оценку пожарных рисков в образовательном учреждении;

– разработать мероприятия по снижению пожарных рисков в образовательном учреждении.

## 1 АНАЛИЗ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

За 2019 г. в России было зарегистрировано 471537 пожаров, во время которых было спасено 226319 человек и материальных ценностей на сумму 62,2 млрд руб. Не смогли избежать гибели 8567 человек, в том числе 406 детей, травмы получили 9477 человек. По сравнению с 2018 г. количество пожаров выросло на 257%, погибших - на 8,3%, размер материального ущерба увеличился на 17,1%, число травмированных снизилось на 1,8%.

Более половины всех пожаров пришлось на городскую местность - 265731 случай, во время них погибло 4312 человек, получили травмы 6 286 человек. В сельской местности зарегистрировано 205806 пожаров, гибель 4255 человек и травмы у 3191 человек (рисунок 1) [26].

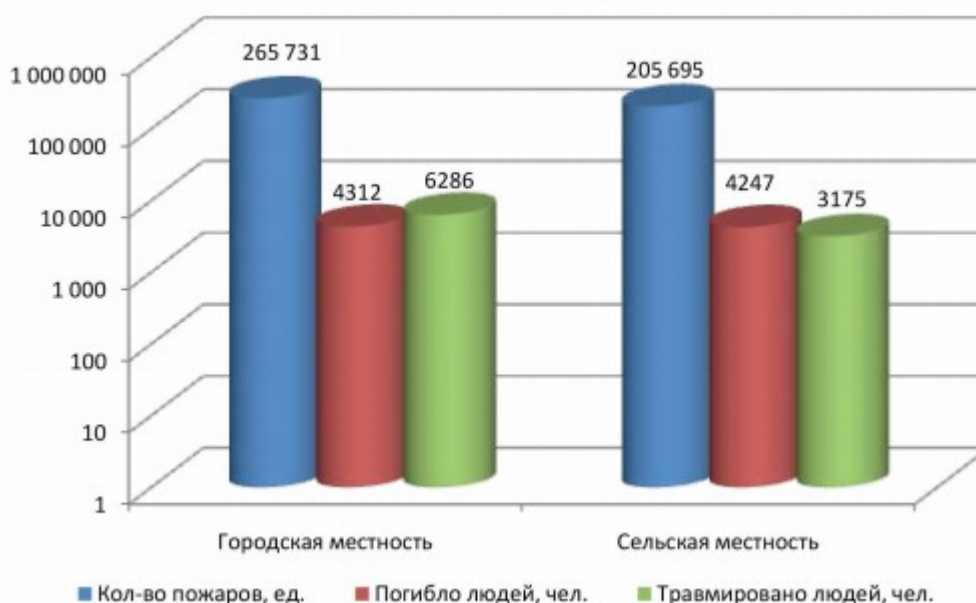


Рисунок 1 - Значения основных показателей обстановки с пожарами, произошедшими в городской и сельской местности в Российской Федерации в 2019 г.

Существует разделение всех причин пожаров на три основные группы: природные, техногенные и социальные.

К природным причинам пожаров относятся энергия Солнца, удары молнии, самовозгорание и т.п.

К техногенным причинам относятся неисправности в электросетях, электроприборах, системах отопления, других инженерных сетях и приборах, которые повлекли за собой возникновение пожара и его последствий.

К социальным причинам пожаров относятся поджоги, небрежность при курении, обращении с открытым пламенем, детские игры с источниками воспламенения, нарушение правил пожарной безопасности в быту и на производстве и др., где виновником пожара является человек.

Даже среди техногенных причин пожаров достаточно велико влияние «человеческого фактора», так как именно люди допускают небрежность или неграмотность при монтаже, установке и эксплуатации различных приборов и инженерных систем.

Основными причинами гибели людей названы отравление токсичными продуктами горения – 5309 человек (62%), и воздействие высоких температур – 916 человек (10,7%). От неустановленных причин погибли 2342 человека (27,3 %).

Самое большое количество пожаров в 2019 г. было отмечено:

- на объектах, находящихся на открытых территориях – 295998 пожаров (62,79% от общего числа возгораний);
- в зданиях и сооружениях: здесь произошло 154978 пожаров (32,87%);
- на транспорте – 17896 (3,8%);
- на прочих объектах – 2665 (0,54%).

Распределение количества пожаров, произошедших в России в 2019 г., по объектам возникновения пожаров представлено на рисунке 2.





Рисунок 2 – Распределение количества пожаров, произошедших в России в 2019 г., по объектам возникновения пожаров

На здания и сооружения приходится максимальное число погибших – 8194 человека, или 95,7% от всех погибших по России, на пожарах на транспорте погибло 108 человек (1,3%), на объектах на открытых территориях – 42 человека (0,5%), на прочих объектах – 223 человек (2,5%).

Здания жилого назначения явились очагами наибольшего числа пожаров от общего количества случаев в зданиях и сооружениях – 117804 единицы, или 76% от всего количества возгораний, они же стали лидерами по числу погибших – 7705 человек (94%).

Главной причиной возникновения пожаров в 2019 г. названо неосторожное обращение с огнем: именно им вызвано 336168 пожаров – 71,3% от их общего количества. Второй по значимости причиной является нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования – 114158 случаев (24,2%), за ним следует нарушение правил устройства и эксплуатации печей и дымовых труб – 21211 случая (4,5%).

В 2010 – 2019 гг. основными причинами возникновения техногенных пожаров в Республике Бурятия являются:

- неосторожное обращение с огнем;
- неустановленные;

- нарушения правил пожарной безопасности при эксплуатации печей;
- поджоги;
- короткое замыкание проводки и др.

Причинами возникновения пожаров и возгораний в образовательных учреждениях в 20% случаев являются неисправности электропроводки и электрооборудования, а в 70% случаев вызваны халатностью, а иногда и преступной бездеятельностью должностных лиц, ответственных за обеспечение пожарной безопасности [26].

По мере развития строительной технологии (проектирования и строительства зданий) появились новые виды опасностей, увеличился пожарный риск. Развитие высотного и подземного строительства, обусловленное все более увеличивающейся стоимостью земли, используемой под строительство, применение искусственных полимерных строительных материалов сопровождаются появлением новых видов опасностей, например пожарной опасности, вызванной недостаточным знанием возникновения и развития процесса пожара в зданиях.

Пожары являются наиболее распространенной причиной чрезвычайных ситуаций в зданиях с массовым пребыванием людей, поэтому снижение пожарного риска до законодательно утвержденного уровня должно рассматриваться как важнейший индикатор и характеристика эффективности принимаемых решений по обеспечению пожарной безопасности.

В России в 2008 г. был принят Федеральный закон № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1], в котором появилось требование по снижению пожарного риска. Согласно ему риск воздействия опасных факторов пожара (ОФП) на людей определен одной миллионной в год в расчете на одного человека. Введение этого закона потребовало от проектных организаций и строителей новых организационно-технических и технологических решений по обеспечению требований указанного закона.

Основным показателем уровня пожарной опасности в соответствии с требованиями закона является показатель пожарного риска.

## 1.1 Пожарный риск и его место в системе техносферной безопасности

Для обеспечения безопасности любого объекта защиты нужно уметь противопоставить способы и методы угрожающим ему опасностям. Поэтому при анализе проблемы уровня безопасности строительных объектов необходимо оценивать два понятия: опасность и безопасность. Эти два понятия связывает понятие риска. Так возникает цепь взаимосвязанных событий «опасность - риск - безопасность». В научной литературе понятие «опасность» не определено: оно считается интуитивно понятным и употребляется наряду с понятиями «угроза» и «вызов».

В терминологическом словаре «Гражданская защита», изданном в 2006 г. [20], дано определение: «Опасность – возможность нанесения вреда имущественного, физического или морального ущерба личности, обществу, государству». Таким образом, опасность является основным понятием национальной безопасности наряду с вызовом, риском и угрозой. Иное определение понятия «опасность» приведено в учебном пособии [17]: «Опасность – это свойство окружающей человека среды, состоящее из возможности создания негативных воздействий, способных привести к негативным последствиям для человека и (или) окружающей его среды».

Понятие «безопасность» в обобщенном виде опубликовано в терминологическом словаре [6] и отражает состояние защищенности жизненно важных интересов личности и государства от внутренних и внешних угроз. Безопасность является важнейшей потребностью человека.

Наибольшее число вопросов вызывает понятие «риск». Наиболее распространенное определение: риск – возможная опасность какой-либо неудачи, возникшая в связи с предпринимаемыми действиями, а также сами действия, при которых достижение желаемого результата связано с такой опасностью.

Здесь отчетливо видно, что опасность и риск выступают почти как синонимы, так как зачастую одно понятие выражают через другое.

Риски можно разделить на качественные, которые нельзя измерить, и количественные, которые измерить можно. Риск является

количественной характеристикой возможности реализации данной опасности [18].

Каждую опасность может характеризовать много различных рисков, оценивающих разные стороны и параметры этой опасности. Например, с одной стороны, частоту ее реализации, с другой – характер и размеры последствий реализации опасности.

Каждый риск в зависимости от многих обстоятельств и факторов может изменять свои значения, то есть подвержен определенной динамике. Поэтому, выявляя роль отдельных факторов, влияющих на уровень риска, можно попытаться целенаправленно воздействовать на них, то есть управлять риском. Следовательно, можно в определенной степени управлять опасностью, угрожающей какому-либо объекту защиты (системе), ослаблять ее негативное воздействие.

Однако, очевидно, что принципиально невозможно все риски, связанные с тем или иным объектом защиты, свести к нулю. Это объясняется как перманентной неполнотой и относительностью научных представлений об опасностях и рисках, так и ограниченными инженерно-техническими и экономическими возможностями общества.

Поскольку слово «риск» практически всегда ассоциируется с возможностями каких-то потерь, утрат в результате реализации опасности, то в большинстве случаев размеры этих потерь поддаются количественной оценке, то есть могут быть измерены в каких-то единицах. Можно уточнить, что риск является количественной характеристикой возможности реализации опасности. Однако, очевидно, что риск, отнесенный к объекту защиты, невозможно свести к нулю. Объясняется это ограниченными инженерно-техническими и экономическими возможностями общества.

Риск только можно попытаться уменьшить до такого уровня, с которым вынуждено будет согласиться. Такое значение риска называют допустимым (приемлемым).

Отсюда следует, что «абсолютной» безопасности (отсутствия всякой опасности) какой-то системы (объекта защиты) добиться в реальном мире невозможно в принципе.

Однако, управляя рисками, мы можем уменьшить степень опасности данного объекта защиты, а значит - повысить, увеличить

степень его безопасности до максимально возможного в современных условиях уровня. Только в этом смысле можно трактовать «состояние защищенности» объекта защиты от угрожающих ему опасностей.

Таким образом, безопасность – состояние объекта защиты (системы), при котором значения всех рисков, присущих этому объекту, не превышают их допустимых уровней. При этом понятия опасность, угроза и вызов по существу являются синонимами, отличаясь друг от друга некоторыми смысловыми оттенками. Все они характеризуются набором рисков, уменьшая значения которых, мы приходим к допустимому уровню безопасности конкретного объекта (личности, общества, государства, любой социальной, экономической, технической системы). Схематично это представлено на рисунке 3.

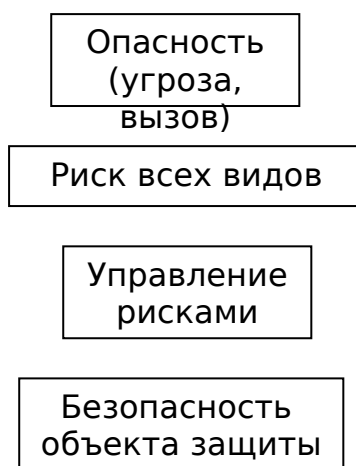


Рисунок 3 – Система «Опасность – риск – безопасность»

Одним из видов рисков, начиная с середины XX века, стал пожарный риск. Согласно техническому регламенту [1], пожарный риск – мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей.

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123 ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара [1].

Пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при выполнении одного из следующих условий:

1) в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных Техническим регламентом [1];

2) в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами [1].

Расчет пожарного риска производится при отступлении от требований пожарной безопасности, установленных нормативными документами о требованиях пожарной безопасности.

Иными словами, если для объекта выполнены требования федеральных законов и сводов правил, то риски считать не надо. Если выполнены требования федеральных законов, но есть отступления от требований, например, сводов правил, то эти отступления можно обосновать расчетом рисков.

Расчетом пожарного риска можно обосновать:

- площади пожарных отсеков и секций;
- объемно-планировочные решения эвакуационных путей и выходов;
- исполнение противопожарных преград;
- ширину и протяженность путей эвакуации;
- выбор средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара;
- тип систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией;
- наличие либо отсутствие систем противодымной защиты;
- наличие либо отсутствие систем;
- величину противопожарного разрыва между зданиями и сооружениями;

В общих чертах алгоритм обеспечения пожарной безопасности любого объекта защиты можно сформулировать в виде схемы, представленной на рисунке 4.

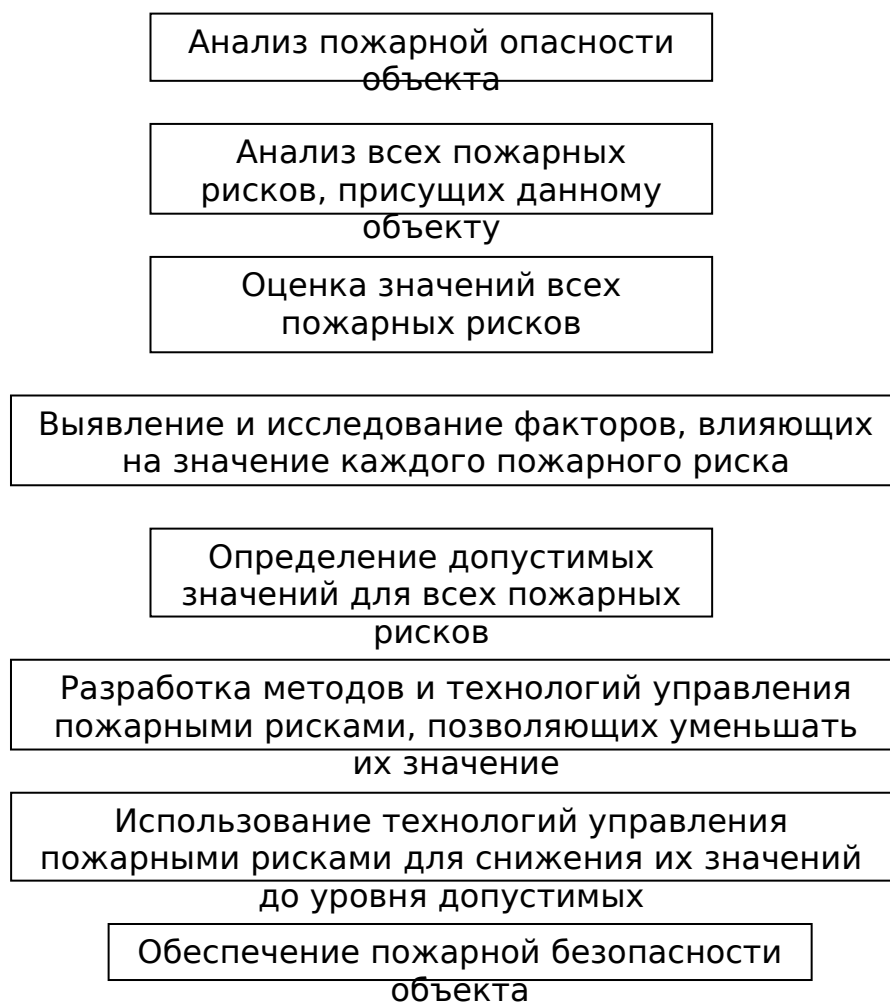


Рисунок 4 – Алгоритм управления пожарной безопасностью объекта защиты

Из рисунка 4 следует, что проводя анализ пожарной опасности объекта защиты, нужно сначала определить и проанализировать все пожарные риски, присущие данному объекту, затем оценить их текущие значения, определить допустимые значения для всех пожарных рисков.

После этого нужно подобрать или разработать методы и технологии управления каждым риском, использовать их и тем самым обеспечить пожарную безопасность объекта защиты.

Эта общая схема может быть детализирована в каждом своем этапе.

Согласно ст. 94 ФЗ № 123 и Правилам проведения расчетов по оценке пожарного риска [1] оценка пожарного риска включает следующие этапы:

- 1) анализ пожарной опасности производственного объекта;
- 2) определение частоты реализации пожароопасных ситуаций;
- 3) построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
- 4) оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
- 5) анализ систем обеспечения пожарной безопасности.

## 1.2 Характеристика и классификация пожарных рисков

В Федеральном законе от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» представлена классификация пожарных рисков (рисунок 5).

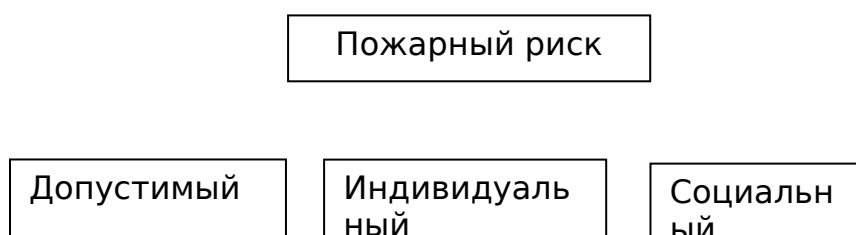


Рисунок 5 – Классификация пожарных рисков

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

Индивидуальный пожарный риск – пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара.

Социальный пожарный риск – степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия опасных факторов пожара» [1].

В соответствии со ст. 2 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123, пожарная безопасность – состояние объекта противопожарной защиты, при котором значения всех пожарных рисков не превышают их допустимых уровней [1].

У каждой опасности существует много рисков, характеризующих отдельные аспекты этой опасности. Точно также существует множество пожарных рисков.



К основным пожарным рискам Н.Н. Брушлинский относит следующие:

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

$$\left[ \frac{\text{пожар}}{10^3 \text{чел.} \times \text{год}} \right]$$

2) риск  $R_2$  для человека погибнуть при пожаре (оказаться его жертвой). Здесь единица измерения имеет вид:

$$\left[ \frac{\text{жертва}}{10^2 \text{пожаров}} \right]$$

3) риск  $R_3$  для человека погибнуть от пожара за единицу времени:

$$\left[ \frac{\text{жертва}}{10^5 \text{чел.} \times \text{год}} \right]$$

Очевидно, что эти риски связаны соотношением:

$$R_3 = R_1 \times R_2$$

(1)

Риск  $R_1$  характеризует возможность реализации пожарной опасности, а риски  $R_2$  и  $R_3$  – некоторые последствия этой реализации.

В качестве пожарных рисков, характеризующих материальный ущерб от пожаров, Брушлинский Н.Н. предлагает использовать, следующие риски:

1) риск  $R_4$  уничтожения строений в результате пожара:

$$\left[ \frac{\text{уничт. строение}}{\text{пожар}} \right]$$

2) риск  $R_5$  прямого материального ущерба от пожара:

$$\left[ \frac{\text{денежная единица}}{\text{пожар}} \right]$$

Кроме вышеперечисленных пожарных рисков можно рассматривать риски травмирования при пожарах, как гражданских лиц, так и пожарных (причем возможна детализация рисков по видам травм); риски возникновения пожаров по различным причинам (молния, поджог, короткое замыкание в электросети, печное отопление, игры детей и пр); риски возникновения и развития пожаров в зданиях различного

назначения, различной этажности, разной степени огнестойкости и пр. [18].

Все эти пожарные риски представляют интерес, в частности, для страховых компаний, для фирм, производящих противопожарное оборудование, для проектировщиков зданий и сооружений и других специалистов.

Таким образом, пожарных рисков существует множество, и все их нужно уметь анализировать для успешного противостояния 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 их определении 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 [18].

### 1.3 Методика расчета и оценки пожарных рисков

Основными нормативно-правовыми документами, регламентирующими методы оценки пожарного риска являются:

- Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля»;
- Приказ МЧС РФ от 30.06.2009 № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности»;
- Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах». Согласно вышеуказанным нормативно-правовым документам расчеты по оценке пожарного риска проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с

нормативным значением пожарного риска, установленного Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [1].

Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности устанавливает порядок определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях и распространяется на здания классов функциональной пожарной опасности:

Ф1 - здания, предназначенные для постоянного проживания и временного пребывания людей, в том числе:

- Ф1.1 - здания детских дошкольных образовательных учреждений, специализированных домов престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса образовательных учреждений интернатного типа и детских учреждений;

- Ф1.2 - гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов;

- Ф1.3 - многоквартирные жилые дома;

- Ф1.4 - многоквартирные жилые дома, в том числе блокированные;

Ф2 - здания зрелищных и культурно-просветительных учреждений, в том числе:

- Ф2.1 - театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами, библиотеки и другие учреждения с расчетным числом посадочных мест для посетителей в закрытых помещениях;

- Ф2.2 - музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения в закрытых помещениях;

- Ф2.3 - театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами, библиотеки и другие учреждения с расчетным числом посадочных мест для посетителей на открытом воздухе;

- Ф2.4 - музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения на открытом воздухе;

Ф3 - здания организаций по обслуживанию населения, в том числе:

- Ф3.1 – здания организаций торговли;
- Ф3.2 – здания организаций общественного питания;
- Ф3.3 – вокзалы;
- Ф3.4 – поликлиники и амбулатории;
- Ф3.5 – помещения для посетителей организаций бытового и коммунального обслуживания с нерасчетным числом посадочных мест для посетителей;

- Ф3.6 – физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения с помещениями без трибун для зрителей, бытовые помещения, бани;

Ф4 – здания научных и образовательных учреждений, научных и проектных организаций, органов управления учреждений, в том числе:

- Ф4.1 – здания общеобразовательных учреждений, образовательных учреждений дополнительного образования детей, образовательных учреждений начального профессионального и среднего профессионального образования;

- Ф4.2 – здания образовательных учреждений высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов;

- Ф4.3 – здания органов управления учреждений, проектно-конструкторских организаций, информационных и редакционно-издательских организаций, научных организаций, банков, контор, офисов;

- Ф4.4 – здания пожарных депо.

Расчеты по оценке пожарного риска проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с нормативным значением пожарного риска, установленного Техническим регламентом.

Определение расчетных величин пожарного риска осуществляется на основании:

- 1) анализа пожарной опасности зданий;
- 2) определения частоты реализации пожароопасных ситуаций;
- 3) построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
- 4) оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;

5) наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий [18].

Определение расчетных величин пожарного риска заключается в расчете индивидуального пожарного риска для жильцов, персонала и посетителей в здании. Численным выражением индивидуального пожарного риска является частота воздействия опасных факторов пожара (ОФП) на человека, находящегося в здании. Перечень ОФП установлен статьей 9 Технического регламента.

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

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_{\text{в}} \leq Q_{\text{вн}}, \quad (2)$$

где  $Q_{\text{вн}}$  - нормативное значение индивидуального пожарного риска;

$$Q_{\text{вн}} = 10^{-6} \text{ год}^{-1};$$

$Q_{\text{в}}$  - расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Сценарий пожара представляет собой вариант развития пожара с учетом принятого места возникновения и характера его развития. Сценарий пожара определяется на основе данных об объемно-планировочных решениях, о размещении горючей нагрузки и людей на объекте. При расчете рассматриваются сценарии пожара, при которых реализуются наихудшие условия для обеспечения безопасности людей. В качестве сценариев с наихудшими условиями пожара следует рассматривать сценарии, характеризующиеся наиболее затрудненными условиями эвакуации людей и (или) наиболее высокой динамикой нарастания ОФП, а именно пожары:

– в помещениях, рассчитанных на одновременное присутствие 50 и более человек;

– в системах помещений, в которых из-за распространения ОФП возможно быстрое блокирование путей эвакуации (коридоров, эвакуационных выходов и т.д.); при этом очаг пожара выбирается в помещении малого объема вблизи от одного из эвакуационных выходов, либо в помещении с большим количеством горючей нагрузки, характеризующейся высокой скоростью распространения пламени;

- в помещениях и системах помещений атриумного типа;
- в системах помещений, в которых из-за недостаточной пропускной способности путей эвакуации возможно возникновение продолжительных скоплений людских потоков.

Когда перечисленные типы сценариев не отражают всех особенностей объекта, возможно рассмотрение иных сценариев пожара.

Сценарии пожара, не реализуемые при нормальном режиме эксплуатации объекта (теракты, поджоги, хранение горючей нагрузки, не предусмотренной назначением объекта, и т.д.), не рассматриваются.

Пути движения людей и выходы высотой менее 1,9 м и шириной менее 0,7 м при составлении расчетной схемы эвакуации не учитываются, за исключением случаев, установленных в нормативных документах по пожарной безопасности.

Рассмотрев количество людей на начальных участках пути, следует определить направление их движения. Установлены следующие наблюдаемые правила выбора людьми направления (маршрута) движения при эвакуации:

- движение по тому пути, которым люди попали в здание;
- исключение путей движения, проходящих рядом с зоной горения, хотя люди могут эвакуироваться через задымленные коридоры;
- влияние персонала. В общественных зданиях, как правило, посетители при пожаре следуют указаниям персонала, даже если эти указания не соответствуют оптимальным;
- при эвакуации с первого этажа - движение к открытому выходу наружу из здания;
- сложная логистическая зависимость, описывающая выбор выхода с этажа зрительного зала;
- при прочих равных условиях - движение к ближайшему выходу.

Кроме того, имеющиеся данные показывают, что фактором выбора направления может быть место парковки личного автомобиля, место встречи членов семьи и т.п. Определение ширины пути вызывает затруднение только при выходе людей на участок "неограниченной" ширины, например в вестибюль.

Согласно данным натурных наблюдений установлено, что повороты пути не влияют на параметры движения людского потока.

Определение длины (вдоль оси пути) отличается для горизонтальных и наклонных путей. К наклонным путям относятся лестницы и пандусы. Свободная ширина  $b$  наклонного пути, например лестничного марша, принимается в свету: от перил до стены. Длина наклонного пути  $L$  принимается по истинному его значению. Этажные и междуэтажные площадки в целях упрощения и облегчения вычислений, учитывая их небольшие размеры и меньшую сложность движения по ним в сравнении с лестничными маршами, допускается отнести к наклонным путям. [25]

Построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития.

Для прогнозирования опасных факторов пожара в настоящее время используются интегральные (прогноз средних значений параметров состояния среды в помещении для любого момента развития пожара), зонные (прогноз размеров характерных пространственных зон, возникающих при пожаре в помещении и средних значений параметров состояния среды в этих зонах для любого момента развития пожара. Примеры зон - припотолочная область, восходящий на очагом горения поток нагретых газов и область незадымленной холодной зоны) и полевые (дифференциальные) модели пожара (прогноз пространственно-временного распределения температур и скоростей газовой среды в помещении, концентраций компонентов среды, давлений и плотностей в любой точке помещения).

#### 1) Интегральная модель пожара

Интегральная математическая модель пожара описывает в самом общем виде процесс изменения во времени состояния газовой среды в помещении.

С позиций термодинамики газовая среда, заполняющая помещение с проемами (окна, двери и т.п.), как объект исследования есть открытая термодинамическая система. Ограждающие конструкции (пол, потолок, стены) и наружный воздух (атмосфера) является внешней средой по отношению в этой термодинамической системе. Эта система взаимодействует с внешней средой путем тепло - и массообмена. В процессе развития пожара через одни проемы выталкивается из помещения нагретые газы, а через другие поступает холодных воздух.

Количество вещества, т.е. масса газа в рассматриваемой термодинамической системе, в течении времени изменяется.

Поступление холодного воздуха обусловлено работой проталкивания, которую совершает внешняя среда. Термогазодинамическая система в свою очередь совершает работу, выталкивая нагретые газы во внешнюю атмосферу. Эта термодинамическая система взаимодействует также с ограждающими конструкциями путем теплообмена. Кроме того, в эту систему с поверхности горящего материала (из пламенной зоны) поступает вещество в виде газообразных продуктов горения.

Состояние рассматриваемой термодинамической системы изменяется в результате взаимодействия с окружающей средой. В интегральном методе описания состояния термодинамической системы, коей является газовая среда в помещении, используются "интегральные" параметры состояния – такие, как масса всей газовой среды и ее внутренняя тепловая энергия. Отношение этих двух интегральных параметров позволяет оценивать в среднем степень нагретости газовой среды.

В процесс развития пожара, значения указанных интегральных параметров состояния изменяются.

## 2) Зонная модель пожара

Зонный метод расчета динамики ОФП основан на фундаментальных законах природы (законах сохранения массы, импульса и энергии).

Газовая среда помещений является открытой термодинамической системой, обменивающейся массой и энергией с окружающей средой через открытые проемы в ограждающих конструкциях помещения.

Газовая среда является многофазной, т.к состоит из смеси газов (кислород, азот, продукты горения и газификация горючего материала, газообразное огнетушащее вещество) и мелкодисперсных частиц (твердых или жидких) дыма и огнетушащих веществ.

В зонной математической модели газовый объем помещения разбивается на характерных зоны, в которых для описания тепломассобмена используются соответствующие уравнения законов сохранения.



Размеры и количество зон выбирается таким образом, что бы в пределах каждой из них неоднородность температурных и других полей параметров газовой среды были возможно минимальными, или из каких-то других предположений, определяемых задачами исследования и расположением горючего материала.

Наиболее распространенной является трехзонная модель, в которой объем помещения разбит на следующие зоны: конвективная колонка, припотолочный слой и зона холодного воздуха (рисунок 6).

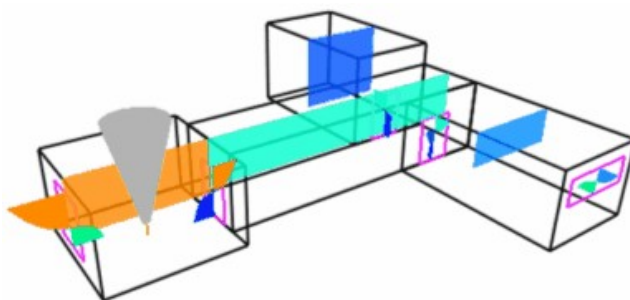


Рисунок 6 – Трехзонная модель пожара

В результате расчета по зонной модели находятся зависимости от времени следующих параметров теплообмена:

- среднеобъемных значений температуры, давления, массовых концентраций кислорода, азота, огнетушащего газа и продуктов горения, а также оптической плотности дыма и дальности видимости в нагретом задымленном припотолочном слое в помещении;

- нижнюю границу нагретого задымленного припотолочного слоя;

- распределение по высоте колонки массового расхода, осредненных по поперечному сечению колонки величин температуры и эффективной степени черноты газовой смеси;

- массовых расходов истечения газов наружу и притока наружного воздуха внутрь через открытые проемы;

- тепловых потоков, отводящих в потолок, стены и пол, а также излучаемых через проемы;

- температуры (температурных полей) ограждающих конструкций.

3) Полевой (дифференциальный) метод расчета

Полевой метод является наиболее универсальным из существующих детерминистических методов, поскольку он основан на решении уравнений в частных производных, выражающих фундаментальные законы сохранения в каждой точке расчетной области. [22]

С его помощью можно рассчитать температуру, скорость, концентрации компонентов смеси и т.п. в каждой точке расчетной области (рисунок 7).

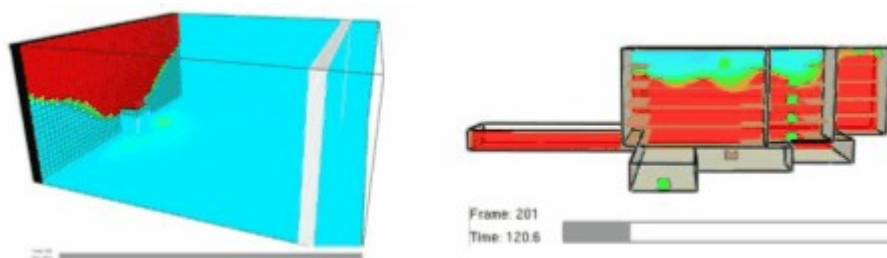


Рисунок 7 - Расчеты с помощью полевой модели

В связи с этим полевой метод может использоваться:

- для проведения научных исследований в целях выявления закономерностей развития пожара;
- для проведения сравнительных расчетов в целях апробации и совершенствования менее универсальных и зональных и интегральных моделей, проверки обоснованности и их применения;

В своей основе полевой метод не содержит никаких априорных допущений о структуре течения, и связи с этим принципиально применим для рассмотрения любого сценарий развития пожара.

Вместе с тем, следует отметить, что его использование требует значительных вычислительных ресурсов. Это накладывает ряд ограничений на размеры рассматриваемой системы и снижает возможность проведения многовариантных расчетов. Поэтому, интегральный и зональный методы моделирования также являются важным инструментами в оценке пожарной опасности объектов в тех случаях, когда они обладают достаточной информативностью и сделанные при их формулировке допущения не противоречат картине развития пожара.

Однако, на основе проведенных исследований, можно утверждать, что поскольку априорные допущения зонных моделей могут приводить к существенным ошибкам при оценке пожарной опасности объекта, предпочтительно использовать полевой метод моделирования в следующих случаях:

- для помещений сложной геометрической конфигурации, а также для помещений с большим количеством внутренних преград;
- помещений, в которых один из геометрических размеров гораздо больше остальных;
- помещений, где существует вероятность образования рециркуляционных течений без формирования верхнего прогретого слоя (что является основным допущением классических зонных моделей);
- в иных случаях, когда зонные и интегральные модели являются недостаточно информативными для решения поставленных задач, либо есть основания считать, что развитие пожара может существенно отличаться от априорных допущений зональных и интегральных моделей пожара.

Выбор конкретной модели расчета времени блокирования путей эвакуации следует осуществлять исходя из следующих предпосылок:

1) интегральный метод:

- для зданий и сооружений, содержащих развитую систему помещений малого объема простой геометрической конфигурации проведения имитационного моделирования для случаев, когда учет стохастического характера пожара является более важным, чем точное и детальное прогнозирование его характеристик;
- для помещений, где характерный размер очага пожара соизмерим с характерным размером помещения;

2) зональный метод:

- для помещений и систем помещений простой геометрической конфигурации, линейные размеры которых соизмеримы между собой;
- для помещений большого объема, когда размер очага пожара существенно меньше размеров помещения;
- для рабочих зон, расположенных на разных уровнях в пределах одного помещения (наклонный зрительный зал кинотеатра, антресоли и т.д.);

3) полевой метод:

– для помещений сложной геометрической конфигурации, а также помещений с большим количеством внутренних преград (атриумы с системой галерей и примыкающих коридоров, многофункциональные центры со сложной системой вертикальных и горизонтальных связей и т.д.);

– для помещений, в которых один из геометрических размеров гораздо больше (меньше) остальных (тоннели, закрытые автостоянки большой площади и т.д.);

– для иных случаев, когда применимость или информативность зонных и интегральных моделей вызывает сомнение (уникальные сооружения, распространение пожара по фасаду здания, необходимость учета работы систем противопожарной защиты, способных качественно изменить картину пожара, и т.д.).

Расчеты по оценке пожарного риска проводятся юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями при условии подтверждения их компетентности, позволяющей выполнять эти расчеты по оценке пожарного риска.

Процедура подтверждения компетентности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей для проведения расчетов по оценке пожарного риска и проверка их деятельности на предмет соответствия выполняемых расчетов требованиям настоящего Порядка осуществляются в порядке, устанавливаемом Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Проверка деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на предмет соответствия выполняемых ими расчетов осуществляется не чаще одного раза в 2 года.

В отношении объектов защиты специального назначения, в том числе объектов военного назначения, объектов производства, переработки, хранения радиоактивных и взрывчатых веществ и материалов, объектов уничтожения и хранения химического оружия и средств взрывания, наземных космических объектов и стартовых комплексов, горных выработок, объектов, расположенных в лесах, наряду с требованиями Федерального закона "Технический регламент о

требованиях пожарной безопасности" и настоящего Порядка должны соблюдаться требования пожарной безопасности, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели, проводившие расчеты по оценке пожарного риска, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации за полноту и достоверность сведений, содержащихся в расчетах при оценке пожарного риска. [25]

Требования к компетентности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей для проведения расчетов по оценке пожарного риска.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели, претендующие на проведение расчетов по оценке пожарного риска, направляют заявку (заявление) в Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

К заявлению прилагаются:

- копии учредительных документов и копия свидетельства о государственной регистрации в качестве юридического лица или индивидуального предпринимателя, заверенные в установленном порядке;

- копия свидетельства о постановке юридического лица или индивидуального предпринимателя на учет в налоговом органе, заверенная в установленном порядке;

- руководство по качеству, содержащее следующие разделы и сведения:

- заявление о политике в области качества осуществления работ по оценке пожарных рисков на объектах защиты, находящихся в стадии проектирования, строительства (реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации, ликвидации), эксплуатации;

- порядок и сроки повышения квалификации специалистов, занятых в оценке пожарных рисков;

- организационную схему, отражающую подчиненность, ответственность и распределение обязанностей персонала;

- процедуру оценки пожарных рисков, включая:

Этапы оценки пожарных рисков:

- прием и рассмотрение заявок (заявлений) для оценки пожарных рисков;
- заключение договора на проведение оценки пожарных рисков;
- подготовку и утверждение программы проведения оценки пожарных рисков и персонального состава экспертной группы;
- обследование объекта защиты;
- подготовку документации по оценке пожарных рисков и выдачу отчета на объект защиты;
- ведение реестра выданных отчетов по оценке пожарных рисков;
- направление в заинтересованные органы государственного надзора информации о нарушениях, выявленных на объекте защиты при проведении оценки пожарных рисков и создающих угрозу жизни и здоровью людей;
- порядок подготовки и установления срока действия отчетов по оценке пожарных рисков;
- немедленное информирование соответствующих органов государственного надзора при выявлении в ходе оценки пожарных рисков недостатков, которые могут привести к недопустимому риску для жизни и здоровья людей;
- порядок ведения архивов;
- страхование гражданской ответственности при проведении оценки пожарных рисков;
- процедуру приостановки (прекращения) деятельности в случае неподтверждения компетентности, не позволяющей выполнять расчеты по оценке пожарного риска;
- документ, подтверждающий наличие у заявителя актуализированного фонда (или автоматизированной информационно-справочной системы) официально изданных нормативных и справочных документов по проведению оценки пожарных рисков;
- сведения о квалификации персонала. Для подтверждения квалификации персонала заявитель представляет заверенные в установленном порядке копии дипломов об образовании и выписки из трудовых книжек персонала, договоров (трудовых соглашений) с временно привлекаемым персоналом, документов, удостоверяющих

окончание персоналом специализированных курсов повышения квалификации (если образование по профилю деятельности получено или предыдущие специализированные курсы повышения квалификации окончены более пяти лет назад) и прохождение обучения на семинарах. Персонал заявителя по оценке пожарных рисков должен в пределах своих должностных инструкций знать и уметь выполнять утвержденное руководителем заявителя руководство по качеству;

- сведения о наличии материально-технической базы.

Заявитель, претендующий на проведение оценки пожарных рисков, должен иметь в штатной численности не менее 3 специалистов, имеющих высшее техническое образование или среднее специальное образование и обладающих соответствующим (не менее 5 лет) стажем практической работы в области обеспечения пожарной безопасности. [25]

Оформление результатов расчетов оценки пожарного риска.

Результаты расчетов оценки пожарного риска обосновываются и оформляются таким образом, чтобы выполненные расчеты и выводы могли быть проверены и повторены специалистами, которые не участвовали при первоначальной оценке.

Расчеты оценки пожарного риска следует документировать в форме отчета, в который включаются:

- титульный лист;
- список исполнителей с указанием должностей, научных званий, названием организации;
- сведения о подтверждении компетентности на проведение расчетов по оценке пожарного риска;
- аннотация;
- содержание (оглавление);
- задачи и цели проведенных расчетов по оценке пожарного риска;
- наименование методики для проведения расчетов по оценке пожарного риска, кем и когда утверждена;
- описание анализируемого объекта защиты;
- описание последовательности проведения расчетов по оценке пожарного риска;

- описание используемых методов расчета оценки пожарного риска, моделей пожароопасных ситуаций и обоснование их применения;
- результаты расчетов оценки пожарного риска;
- нормативные значения пожарного риска;
- перечень исходных данных и используемых источников информации;
- заключение о соответствии (несоответствии) объекта защиты нормативным значениям пожарного риска.

Отчет по оценке пожарного риска представляется в установленном порядке в качестве составной части:

- декларации пожарной безопасности;
- специальных технических условий для зданий, сооружений и строений, для которых отсутствуют нормативные требования пожарной безопасности;
- комплекса мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объектов защиты, если их дальнейшая эксплуатация приводит к угрозе жизни или здоровью людей вследствие возможного возникновения пожара. [25]

#### 1.4 Мероприятия по обеспечению допустимых значений пожарных рисков

Технический регламент о требованиях пожарной безопасности устанавливает следующие значения допустимого пожарного риска:

- индивидуальный пожарный риск в зданиях и сооружениях не должен превышать значение одной миллионной в год (то есть  $10^{-6}$  год<sup>-1</sup>) при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания и сооружения точке;
- величина индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях и на территориях производственных объектов не должна превышать одну миллионную в год (то есть  $10^{-6}$  год<sup>-1</sup>);
- для производственных объектов, на которых обеспечение величины индивидуального пожарного риска одной миллионной в год невозможно в связи со спецификой функционирования технологических процессов, допускается увеличение индивидуального пожарного риска



до одной десятитысячной в год (то есть  $10^{-4}$  год<sup>-1</sup>); при этом должны быть предусмотрены меры по обучению персонала действиям при пожаре и по социальной защите работников, компенсирующие их работу в условиях повышенного риска;

– величина индивидуального пожарного риска в результате воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта, не должна превышать одну стомиллионную в год (то есть  $10^{-8}$  год<sup>-1</sup>);

– величина социального пожарного риска воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта, не должна превышать одну десятимиллионную в год (то есть  $10^{-7}$  год<sup>-1</sup>);

– для производственных объектов, на которых для людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта, обеспечение величины индивидуального пожарного риска одной стомиллионной в год и (или) величины социального пожарного риска одной десятимиллионной в год невозможно в связи со спецификой функционирования технологических процессов, допускается увеличение индивидуального пожарного риска до одной миллионной в год (то есть  $10^{-6}$  год<sup>-1</sup>) и (или) социального пожарного риска до одной сотысячной в год соответственно (то есть  $10^{-5}$  год<sup>-1</sup>); при этом должны быть предусмотрены средства оповещения людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения, о пожаре на производственном объекте, а также дополнительные инженерно-технические и организационные мероприятия по обеспечению их пожарной безопасности и социальной защите.

Управление пожарными рисками означает, что воздействуя на указанные факторы, необходимо понизить значения рисков до приемлемых.

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;
- устройство дополнительных эвакуационных путей и выходов;
- устройство систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей повышенного типа;
- организация поэтапной эвакуации людей из здания;
- применение систем противодымной защиты;
- устройство систем автоматического пожаротушения;
- ограничение количества людей в здании до значений, обеспечивающих безопасность их эвакуации из здания.

Эффективность дополнительных противопожарных мероприятий должна подтверждаться повторным расчетом величины индивидуального пожарного риска.

Эффективность каждого из перечисленных выше противопожарных мероприятий определяется степенью влияния на параметры  $t_p$ ,  $t_{бл}$ ,  $t_{нэ}$ , а для системы пожарной сигнализации, противодымной защиты и системы оповещения людей при пожаре и управления эвакуацией людей также параметрами  $K_{обн}$ ,  $K_{СОУЭ}$  и  $K_{ПДЗ}$ .

Значение параметра  $K_{обн}$  принимается равным  $K_{обн} = 0,8$ , если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование здания системой пожарной сигнализации не требуется в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности.

В остальных случаях  $K_{обн}$  принимается равным нулю.

Применение в качестве дополнительного противопожарного мероприятия объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара, достигается соблюдением нормируемых пределов огнестойкости и пониженной

пожарной опасности облицовочных строительных материалов в ограждающих конструкциях помещения, в котором находится вероятный очаг пожара.

Степень влияния данного дополнительного противопожарного мероприятия на динамику распространения пожара и, соответственно, значение параметра  $t_{\text{бл}}$  определяются путем проведения повторного расчета  $t_{\text{бл}}$  после внесения соответствующих изменений в схему объемно-планировочных решений здания.

При применении в качестве дополнительного противопожарного мероприятия устройства дополнительных эвакуационных путей и выходов следует выполнить повторный расчет по оценке параметра  $t_p$  с учетом откорректированных объемно-планировочных решений.

При применении в качестве дополнительного противопожарного мероприятия устройства системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей повышенного типа следует выполнить повторный расчет по оценке параметра  $t_p$  с учетом перераспределения потоков эвакуирующихся и изменения схемы эвакуации в зависимости от сценариев возникновения и развития пожара и, соответственно, алгоритма функционирования системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей.

Значение параметра  $K_{\text{соуэ}}$  принимается равным  $K_{\text{соуэ}} = 0,8$ , если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование здания системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях  $K_{\text{соуэ}}$  принимается равным нулю.

Влияние системы противодымной защиты на уровень обеспеченности безопасной эвакуации людей при пожаре оценивается посредством расчета значения  $t_{\text{бл}}$  с учетом технических характеристик применяемого вентиляционного оборудования противодымной защиты. Подбор параметров вентиляционного оборудования осуществляется в соответствии с нормативными документами по пожарной

безопасности. Для выполнения расчетов следует применять зонную (зональную) или полевую модели.

Значение параметра  $K_{\text{ПДЗ}}$  принимается равным  $K_{\text{ПДЗ}} = 0,8$ , если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой противодымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

- оборудование здания системой противодымной защиты не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях  $K_{\text{ПДЗ}}$  принимается равным нулю.

Ограничение количества людей в здании до значений, обеспечивающих безопасность их эвакуации из здания при пожаре, учитывается посредством повторного расчета значения параметра  $t_p$  при существующих объемно-планировочных решениях и ограниченном значении количества эвакуирующихся при пожаре.

Для получения исходных данных, необходимых для проведения расчетов, следует использовать справочные источники информации и проектную документацию здания.

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

### 2.1 Краткая характеристика объекта защиты

Полное и сокращенное наименование: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» (ФГБОУ ВО ВСГУТУ).

Юридический адрес: 670013 Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, Октябрьский район, ул. Ключевская, д. 40 В.

ОГРН: 1020300905162.

ИНН: 0323060215.

ОКПО: 02069473.

Телефон: (3012) 43-14-15.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» расположен по ул. Ключевская 40 В Октябрьского района. Общая площадь 170247 м<sup>2</sup>. На территории университета расположены учебные корпуса № 7,8,9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, КДЦ, автогараж на 29 автомобилей. Учебные корпуса № 1, 2, 3, 4, 5 находятся на ул. Смолина 26 Д, учебный корпус № 6 расположен на ул. Коммунистическая 18. [24]

Восточно-Сибирский технологический институт был основан 19 июня 1962 г. на базе технологического и строительного факультетов Бурятского сельскохозяйственного института. В 1994 г. ВСТИ обрел статус государственного технологического университета. В 2011 г. переименован в ВСГУТУ.

Сегодня Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления является многопрофильным учебно-научно-инновационным комплексом с широко развитой инфраструктурой и современной материально-технической базой, обеспечивающим многоуровневую подготовку квалифицированных специалистов, соответствующих современным требованиям.

За годы своего существования университетом подготовлено более 60 тысяч специалистов для различных отраслей экономики страны.

В университете в настоящее время работают 768 преподавателей, из которых 136 человек являются докторами наук, профессорами и 518 человек кандидатами наук, доцентами.

Научно-производственная и технологическая база университета включает:

- центр коллективного пользования «прогресс», оснащенный современным оборудованием для проведения физико-химического анализа материалов;
- центр плазменно-энергетических технологий;
- центр геоэкологических исследований;
- проблемную научно-исследовательскую лабораторию иммунохимии;
- 13 учебно-научно-производственных комплексов.

В университете функционирует сеть из 9 малых инновационных предприятий (МИП):

- 1) Малое инновационное предприятие ООО "МИП "Байкальский научный центр прочности";
- 2) Малое инновационное предприятие ООО «МИП «БайкалЭкоПродукт»»
- 3) Малое инновационное предприятие ООО "МИП "Бифивит";
- 4) Малое инновационное предприятие ООО "МИП "Гутал";
- 5) Малое инновационное предприятие ООО "МИП "Плазменно-энергетические технологии";
- 6) Малое инновационное предприятие ООО "МИП "Центр аддитивных технологий";
- 7) Малое инновационное предприятие ООО "МИП "Эко Кухня";
- 8) Малое инновационное предприятие ООО "МИП "Эком";
- 9) Малое инновационное предприятие ООО "ЦМИТ ТехноЛаб".

В структуре ВСГУТУ работают Бурятский региональный центр новых информационных технологий и Региональный ресурсный центр информатизации образования. Для обучения работников образования новым информационным и образовательным технологиям создан Интернет-центр ФГБОУ ВПО «ВСГУТУ». За годы работы Интернет-центра, в нем повысили квалификацию тысячи работников образования Республики Бурятия.

С 1998 года в университете реализуется Президентская программа подготовки управленческих кадров для организаций народного хозяйства по трем направлениям профессиональной переподготовки: «Менеджмент», «Управление маркетингом», «Финансовый менеджмент», где ежегодно проходят обучение менеджеры предприятий малого и среднего бизнеса, специалисты крупных промышленных предприятий и руководители организаций социального сектора экономики. За весь период было обучено свыше 600 руководителей среднего и высшего звена большинства предприятий и организаций Республики Бурятия.

В ВСГУТУ функционируют: информационная корпоративная сеть, объединяющая все корпуса университета и включающая главный узел маршрутизации и коммуникации информационных потоков с выходом в Интернет; локальные сети корпусов; финансово-экономическая сеть; сеть библиотеки; сеть компьютерных классов.

В ВСГУТУ разработана и внедряется система менеджмента качества (СМК) подготовки выпускников.

В университете работают студенческие санаторий-профилакторий и поликлиника на 175 посещений в смену, студенческий центр культуры, в котором работает 17 творческих коллективов: народные ансамбли «Аялга» и «Белый день», мужской хор, эстрадный вокал, ансамбль народных инструментов «Коробейники» и др.

Информационное сопровождение учебно-воспитательного процесса в университете осуществляют учрежденная ВСГУТУ информационно-молодежная газета «Час Пик» (тираж 5000 экз.) и приложение «Техноложка» (тираж 1500 экз.).

Университет располагает развитой социальной инфраструктурой:

- 5 студенческих общежитий;
- Культурно-досуговый центр со зрительным залом на 450 мест;
- Научная библиотека с читальными залами, оснащенными персональными компьютерами с выходом в Интернет;
- Спортивный комплекс (стадион, крытый легкоатлетический манеж, залы борьбы, бокса, игровых видов спорта, введен в эксплуатацию в 2010 году спортивный зал, открытые площадки и др.);

- Комбинат питания (столовые и буфеты во всех корпусах и общежитиях, кафе в отдельном двухэтажном здании с двумя обеденными залами на 300 мест);

- Спортивно-оздоровительный лагерь «Ровесник» на 200 мест (на берегу оз. Байкал); дома отдыха «Горячинск» (оз. Байкал), «Хонгор-Уула» и «Аршан» (минеральные источники в предгорьях Восточных Саян).

За период с 1997 по 2019 год было построено 5 новых корпусов общей площадью около 15000 м<sup>2</sup>. Университет продолжает работы по развитию инфраструктуры - в 2011 году введено в эксплуатацию новое общежитие, состоящее из трех блоков. В настоящее время построен новый корпус площадью 10800 м<sup>2</sup> для библиотеки на 950 тыс. томов.

В 2015 г. ВСГУТУ прошел независимую оценку качества образования по сертифицированным аккредитационным педагогическим измерительным материалам (АПИМ), Федеральный ин-тернет-экзамен в сфере профессионального образования.

В 2017 г. ВСГУТУ получил «Золотую медаль» - наивысшую оценку международного конкурса «Лучшие товары и услуги ГЕММА» по результатам заключения независимой экспертной комиссии. В 2019 г. ВСГУТУ успешно прошел государственную аккредитацию образовательной деятельности по всем реализуемым направлениям подготовки.

Развитая инфраструктура и современная материально-техническая база позволяют обеспечивать в соответствии с требованиями многоуровневую подготовку квалифицированных специалистов. В ВСГУТУ представлены все уровни образования - довузовское, среднее специальное, высшее, второе высшее. Осуществляется подготовка по более чем 80 основным лицензированным образовательным программам очной и заочной форм обучения, 49 направлениям бакалавриата, 15 направлениям магистратуры, 13 специальностям СПО, 19 программам профессиональной переподготовки и дополнительной квалификации, более 90 курсов повышения квалификации, семинаров и тренингов по заказам предприятий и организаций республики. Успешно функционирует послевузовское образование: аспирантура и докторантура. Обучение аспирантов ведется по 30 лицензированным



научным специальностям, функционируют 7 специализированных советов по защите кандидатских и докторских диссертаций. [24]

Сегодня университет представляет собой образовательную сеть, которая включает в себя 4 института, 9 факультетов, 64 кафедры (46 выпускающих, 17 обеспечивающих и международная кафедра ЮНЕСКО); филиалы в г. Кяхта (Республика Бурятия), г. Улан-Батор (Монголия), представительства в различных регионах России. Учебный процесс обеспечивают около 120 профессоров - докторов наук, свыше 500 кандидатов наук, которые активно вовлечены в процесс научных исследований и внедряют их результаты в педагогической работе. По очной и заочной форме в университете обучаются 10 тыс. студентов. [24]

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» на своем балансе имеет 13 промплощадок:

- Промплощадка №1 - Октябрьский район, ул. Ключевская 40 А (Корпус 7, 8, 9, 10, 11 - КДЦ, 12, 13, 15, 17, 16, 22 - Спорткомплекс, 23, 24 - Библиотека);

- Промплощадка №2 - Октябрьский район, Студгородок, ул. Жердева 27,29,31 (Общежитие 2,3,4, Профилакторий «Юность», Технологический Колледж - корпус № 14, Столовая «Лири» - корпус № 20, студенческая поликлиника);

- Промплощадка № 3 - Октябрьский район, БКМ 21 (Общежитие 1, семейное);

- Промплощадка № 4 - Советский район, ул. Смолина 26, Каландрашвили 18 (Корпус 1,2,3,5);

- Промплощадка № 5 - Советский район, ул. Смолина 18 (Корпус 4);

- Промплощадка № 6 - Советский район, ул. Коммунистическая 18 (Корпус 6);

- Промплощадка № 7 - Республика Бурятия, Баргузинский район, с. Максимиха (Спортивно-оздоровительный лагерь (СОЛ) «Ровесник»);

- Промплощадка № 8 - Верхняя Березовка, лыжная база ВСГТУ;

- Промплощадка № 9 - Республика Бурятия, Тункинский район, база отдыха Аршан;

- Промплощадка № 10 - Республика Бурятия, Прибайкальский район, база отдыха Горячинск.

На балансе промплощадки № 1 (г. Улан - Удэ, ул. Ключевская 40 В) имеются гараж (работа ДВС), учебные лаборатории с установленными металлообрабатывающими станками, столярный цех, цех по обработке кожи и меха, сварочные посты.

На балансе промплощадки № 7 (Баргузинский район, с. Максимиха, СОЛ «Ровесник») имеются две бани, 6 бытовых отопительных печей и дизельная электростанция.

На балансе промплощадки № 9 (Тункинский район, п. Аршан, ул. Тракторная 60, база отдыха «Аршан») имеются баня и бытовая отопительная печь.

На балансе промплощадки № 10 (Прибайкальский район, п. Горячинск, ул. Рабочая 10 А, база отдыха «Горячинск») имеются баня и бытовая отопительная печь. [24]

## 2.2 Конструктивные особенности зданий, сооружений и материалов

Для оценки пожарных рисков в выпускной квалификационной работе будет рассмотрено студенческое общежитие № 3, расположенное по адресу г. Улан-Удэ, ул. Жердева, дом 29 «Б», 1973 г. постройки.

По функциональному назначению здание относится к Ф1.2 - гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов.

В плане здание представляет собой прямоугольник. Общая площадь 5873 м<sup>2</sup>, строительный объем 21686 м<sup>3</sup>. Фундамент здания изготовлен из железобетонных блоков. Наружные и внутренние капитальные стены выполнены из кирпича. Перегородки деревянные оштукатуренные. Перекрытия потолка и пола железобетонные. Крыша шиферная. Объект предусмотрен II степени огнестойкости. Здание объекта пятиэтажное.

Полы в жилых комнатах деревянные, в коридорах постелена плитка. Облицовка стен в комнатах выполнена из штукатурки. Кухня общежития оборудована двумя электрическими плитами, стены и полы выложены плиткой.

Отопление – центральное водяное.

### 2.3 Характеристика территории и пожарных разрывов

В соответствии со СНиП 21-01-97 "Пожарная безопасность зданий и сооружений" обеспечены противопожарные разрывы от здания общежития № 3 до ближайших зданий, строений:

- жилой десятиэтажный дом с северной стороны, по адресу ул. Жердева 35 соответственно – 20 м;
- одноэтажное здание с западной стороны – 45 м;
- общежитие № 4 с югозападной стороны, по адресу ул. Жердева 27, ст.3 – 25 м;
- корпус № 20 ВСГУТУ и гаражи с восточной стороны – 20 м.

Расстояние до ближайшей пожарной части (ПЧ-3) составляет пять километров.

Для проезда пожарных машин на территорию общежития выполнено два въезда.

### 2.4 Мероприятия по пожарной безопасности

В соответствии с Приказом № 3509 от 13 сентября 2012 г. «О порядке обеспечения пожарной безопасности на территории, в зданиях, сооружениях и помещениях ВСГУТУ», ответственным за пожарную безопасность в общежитии № 3 назначен комендант Чебунина Т.Я., в своей работе руководствуется инструкциями о мерах пожарной безопасности, так же комендант общежития прошла противопожарный инструктаж в соответствии с требованиями ГОСТ «Организация обучения работающим безопасности труда. Общие требования».

В здании общежития организуются проверки исправности имеющихся средств пожаротушения 2 раза в год с составлением актов. Так же создана комиссия по проверке огнезащитной обработки

деревянных конструкций чердачных помещений, испытания пожарных кранов.

Комендант 3 общежития ВСГУТУ проводит с вновь поступающими жильцами, студентами, работниками обучение и инструктажи по ПБ 2 раза в год.

Запрещено курение в общежитии согласно ФЗ «О запрете курения».

Здание оборудовано системой внутреннего противопожарного водоснабжения, которое осуществляется от пожарных кранов, запитанных от хозяйственно-питьевого водоснабжения в количестве 12 шт. Наружное противопожарное водоснабжение осуществляется от ПГ-322, расположенного в 10 м от здания общежития на кольцевой сети К-150.

Помещение оборудовано пожарно-охранной сигнализацией с выводом на пульт поста охраны и системой контроля и управления доступом (СКУД). Эвакуация людей производится через лестничные клетки.

Способ оповещения автоматический через речевую систему и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) 3 типа, а так же ручную, используя внутреннюю громкую связь системы технологического оповещения. Запуск в ручном режиме автоматической СОУЭ производится от ручных пожарных извещателей, установленных на стендах вблизи эвакуационных выходов.

Здание общежития оснащено порошковыми огнетушителями ОП-5 (11 шт.) и ОП-4 (10 шт.).

Для обнаружения очагов возгорания по всей контролируемой площади защищаемых помещений предусмотрены следующие мероприятия:

- все помещения защищаются соответствующей пожарной сигнализацией независимо от площади;
- в одном помещении устанавливаются по два автоматических пожарных извещателя ДИП 212-45 (дымовой пожарный извещатель адресно-аналоговый);

– в здании на всех путях эвакуации предусмотрены световые указатели «Выход», автоматическая пожарная сигнализация и система оповещения людей о пожаре 3 типа.

В здании отсутствуют винтовые лестницы и забежные ступени на путях эвакуации.

В здании 5 эвакуационных выходов. Эвакуационные выходы в здании общежития расположены рассредоточено. Двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания.

Светильники эвакуационного освещения в здании (независимо от наличия или отсутствия в них естественного освещения) снабжены блоками аварийного питания.

Над каждым основным входом в здание установлен светильник.

### 3 ОЦЕНКА ПОЖАРНЫХ РИСКОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Основанием для проведения расчета пожарного риска является нарушение требований пожарной безопасности, а именно:

Ширина эвакуационного выхода менее 1,2 м (факт. 0,72 м), что не соответствует требованию п. 4.2.5 СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».

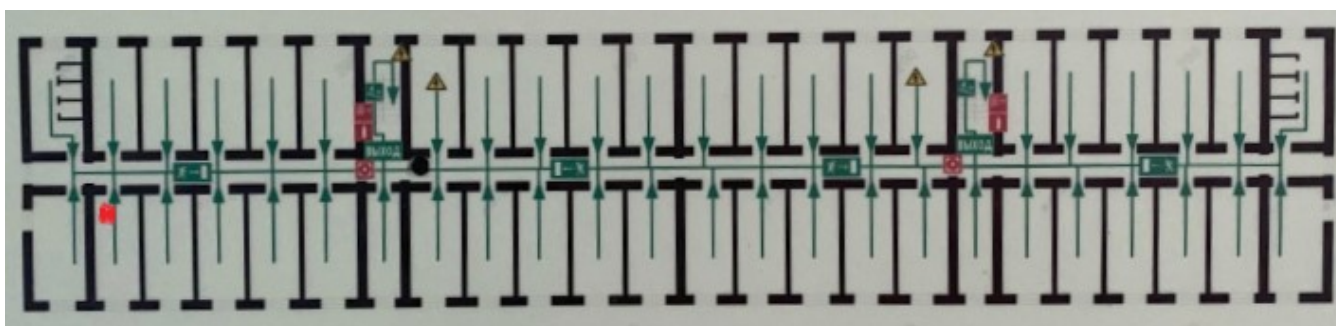
Для проведения анализа пожарной опасности осуществляется сбор данных о здании общежития, который включает:

- 1) объемно-планировочные решения;
- 2) количество и места вероятного размещения людей;
- 3) размещении горючей нагрузки на объекте.

На основании полученных данных производится анализ пожарной опасности здания, при этом учитывается:

- возможная динамика развития пожара;
- состав и характеристики системы противопожарной защиты;
- возможные последствия воздействия пожара на людей и конструкции здания.

Предположим, пожар возник в 2:30 в 522 комнате 5-го этажа общежития. На рисунке 8 показано место очага пожара, которое находится в 15 м от ближайшего эвакуационного выхода. Поток всех людей, проживающих на этаже направлен на данные два эвакуационных



выхода. То есть по 57 человек на один эвакуационный выход.

Рисунок 8 -- Очаг пожара

### 3.1 Основные расчетные величины индивидуального пожарного риска

Информация, необходимая для проведения вычислений, включает следующие расчетные величины пожарных рисков:

- категория пожарной опасности объекта;
- план эвакуации при пожаре или других чрезвычайных ситуациях;
- максимальное количество сотрудников и посетителей, которые одновременно могут находиться на объекте;
- наличие автоматической системы оповещения о пожаре;
- статистические данные по частоте возникновения аварийных ситуаций на объекте;
- предполагаемая скорость эвакуации людей с объекта.

Для определения пожарного риска в здании существуют основные расчетные величины:

- Расчетная величина индивидуального пожарного риска  $Q_{в,i}$  для  $i$ -го сценария пожара в здании;
- Вероятность присутствия людей в здании  $P_{пр,i}$
- Вероятность эвакуации из здания  $P_{э,i}$
- Коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре,  $K_{п,э}$

### 3.2 Пожарная опасность образовательного учреждения

Пожарная опасность в общежитии определяется наличием горючей среды, источников зажигания и путей распространения дыма и огня. Горючей нагрузкой в помещении здания является мебель и бытовые изделия. При реализации пожара в помещении действие ОФП оценивается по достижению каждого из факторов предельно допустимого значения.

Общежитие состоит из двух основных ячеек: лестничных узлов и комнат. Изоляция каждой комнаты усугубляет пожарную опасность

здания, так как пожар в ряде случаев обнаруживается в развивающейся стадии.

Эвакуация из помещения осуществляется через эвакуационные выходы.

### 3.3 Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций

Частота возникновения пожара в здании в течение года определяется на основании статистических данных, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 - Статистические данные о частоте возникновения пожара в зданиях

№ п/п	Наименование здания	Частота возникновения пожара в течение года	
		в расчете на одно учреждение	уточненная оценка
1.	Детские дошкольные учреждения (детский сад, ясли, дом ребенка)	$7,34 \times 10^{-3}$	$9,72 \times 10^{-5}$ (в расчете на одного ребенка)
2.	Общеобразовательные учреждения (школа, школа-интернат, детский дом, лицей, гимназия, колледж)	$1,16 \times 10^{-2}$	$4,16 \times 10^{-5}$ (в расчете на одного учащегося)
3.	Учреждения начального профессионального образования (профессиональное техническое училище)	$1,98 \times 10^{-2}$	$4,59 \times 10^{-5}$ (в расчете на одного учащегося)
4.	Учреждения среднего профессионального образования (среднее специальное учебное заведение)	$2,69 \times 10^{-2}$	$2,94 \times 10^{-5}$ (в расчете на одного учащегося)
5.	Учреждения высшего профессионального образования (высшее учебное заведение)	$1,398 \times 10^{-1}$	$2,43 \times 10^{-5}$ (в расчете на одного учащегося)
6.	Прочие внешкольные и детские учреждения	$1,52 \times 10^{-2}$	$2,38 \times 10^{-5}$ (в расчете на одного учащегося)
7.	Детские оздоровительные лагеря, летние детские дачи	$1,26 \times 10^{-3}$	$3,23 \times 10^{-5}$ (в расчете на одного отдыхающего)
8.	Больницы, госпитали, клиники, родильные дома, психоневрологические интернаты и другие стационары	$3,66 \times 10^{-2}$	$2,358 \times 10^{-4}$ (в расчете на одно койко-место)
9.	Санатории, дома отдыха, профилактории, дома престарелых и инвалидов	$2,99 \times 10^{-2}$	$1,767 \times 10^{-4}$ (в расчете на одно койко-место)
10.	Амбулатории, поликлиники, диспансеры, медпункты, консультации	$8,88 \times 10^{-3}$	$5,37 \times 10^{-5}$ (в расчете на одно посещение пациентом)



11	Предприятия розничной торговли: универмаги, протоварные магазины; универсамы, продовольственные магазины; магазины смешанных товаров; аптеки, аптечные ларьки; прочие здания торговли	$2,03 \times 10^{-2}$	$1,579 \times 10^{-3}$ (в расчете на одного работающего)
12	Предприятия рыночной торговли: крытые, оптовые рынки (из зданий стационарной постройки), торговые павильоны, киоски, ларьки, палатки, контейнеры	$1,13 \times 10^{-2}$	$1,678 \times 10^{-3}$ (в расчете на одного работающего)
13	Предприятия общественного питания	$3,88 \times 10^{-2}$	$2,063 \times 10^{-3}$ (в расчете на одного работающего)
14	Гостиницы, мотели	$2,81 \times 10^{-2}$	$3,255 \times 10^{-4}$ (в расчете на одно место)

Статистические данные о частоте возникновения пожара в здании берутся для учреждения высшего профессионального образования и принимается равной  $2,43 \times 10^{-5}$  в расчете на одного учащегося.

Учитывая, что максимально возможное количество проживающих в общежитии равно 481 и сотрудников 4 (всего 485 человек), то частота возникновения пожара в здании в течение года ( $Q_{п,i}$ ) будет равна:  $2,43 \times 10^{-5} \times 485 = 1,2 \times 10^{-2}$

### 3.4 Построение полей опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития

Для построения полей опасных факторов пожара проводится экспертный выбор сценария или сценариев пожара, при которых ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей.

Формулировка сценария развития пожара включает в себя следующие этапы:

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

В нашем случае, для прогнозирования опасных факторов пожара используем зонную модель. Выбор расчетной модели базируется на анализе объемно-планировочных решений объекта и особенностях сценария.

Зонная модель (рисунок 9) предполагает выделение в помещении нескольких зон: дымовой слой, незадымленный слой, конвективная колонка - в которых термодинамические параметры можно считать однородными.

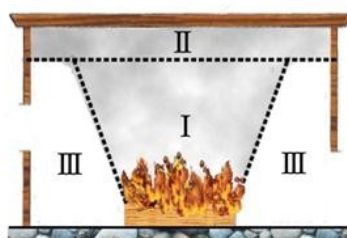


Рисунок 9 - Зонная модель

Учитываются следующие особенности:

– объект представляет собой систему помещений простой геометрической конфигурации, линейные размеры которых соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз);

– размер источника пожара достаточен для формирования дымового слоя и при этом меньше размеров объекта.

В расчете принимаются следующие допущения:

Пожар регулируется нагрузкой, то есть снижение количества кислорода в помещении пожара не учитывается.

В сценарии очаг пожара размещен в помещении таким образом, чтобы была возможность реализации наихудшего сценария развития ОФП. В начальной стадии пожара формируется конвективная колонка, вследствие чего в зону горения возникает подсос воздуха в нижней части помещения. Динамику данного варианта развития:

$t=1,80$  мин (108,2 сек). Дым поднимается вверх, охлаждаясь о конструкцию здания, опускается на высоту рабочей зоны 1,7 м, в помещении с очагом пожара.

$t=3,09$  мин (185,7 сек). Происходит задымление зоны с очагом пожара. Безопасная эвакуация из помещения с очагом пожара становится невозможна. Через дверной проем дым выходит в коридор.

$t=4,99$  мин (299,9 сек). Продолжается задымление площади помещения с очагом пожара и смежных помещений. Наступает блокировка одного из эвакуационных выходов.

$t=10,67$  мин (640,5 сек). Опасные факторы пожара, по лестничной клетке, проникают в объем четвертого этажа.

$t=14,96$  мин (897,6 сек). Опасные факторы пожара продолжают распространяться по объему здания.

$t=20,00$  мин (1200,0 сек). Опасные факторы пожара создают блокировку второго эвакуационного выхода. Безопасная эвакуация с объекта становится невозможной

Таким образом, на основании анализа полученных данных, можно сделать вывод о том, что время блокирования первого эвакуационного выхода из помещения наступает на 4,99 мин., второго – на 20,0 мин.

### 3.5 Расчет пожарного риска

Очаг пожара находится в 15 м до эвакуационного выхода 5 этажа здания. Всего в здании 5 этажей. Всего на 2, 3, 4 и 5 этаже по 38 жилых комнат и на 1 этаже расположено 9 жилых комнат. Количество человек, проживающих на пятом этаже, учитывая, что 38 комнат по 3 человека составляет 114 человек. Всего на этаже два выхода, которые ведут на лестничную площадку. Исходя, из количества человек получим, что на один дверной проем приходится по 57 человек.

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  из помещений и зданий устанавливается по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки длиной  $l_i$  и шириной  $b_i$ . Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути  $t_i$ .

Найдем плотность однородного потока на первом участке пути  $D_1$ , то есть от очага пожара до эвакуационного выхода, который ведет на лестничную площадку 5 этажа здания по формуле:

$$D_1 = \frac{N_1 \times f}{l_1 \times b_1} \quad (3)$$

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

$f$  - средняя площадь горизонтальной проекции человека, м<sup>2</sup>/чел.;

$l_1$  - длина первого участка пути, м;

$b_1$  - ширина первого участка пути, м.

$$D_1 = \frac{57 \times 0,125}{15 \times 1,56} = 0,304$$

Согласно получившейся плотности потока находим интенсивность и скорость движения на горизонтальном пути согласно таблице 2:

$$V_1 = 47 \text{ м/мин}$$

$$q_1 = 14,1 \text{ м/мин}$$

$$q_1 < q_{max}$$

$$q_{max} = 16,5 \text{ м/мин для горизонтальных путей}$$

Отсюда следует, что скоплений не будет. А значит, не будет и задержек.

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

$$t_i = \frac{l_i}{V_i} \quad (4)$$

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

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1} \quad (5)$$

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  $D$ ).

$$t_1 = \frac{15}{47} = 0,32 \text{ мин} = 19,2 \text{ сек}$$

Таблица 2 - Интенсивность и скорость движения людского потока на разных участках путей эвакуации в зависимости от плотности

Плотность потока $D, \text{ м}^2/\text{м}^2$	Горизонтальный путь		Дверной проем, интенсивность $q, \text{ м}/\text{мин}$	Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость $V, \text{ м}/\text{мин}$	Интенсивность $q, \text{ м}/\text{мин}$		Скорость $V, \text{ м}/\text{мин}$	Интенсивность $q, \text{ м}/\text{мин}$	Скорость $V, \text{ м}/\text{мин}$	Интенсивность $q, \text{ м}/\text{мин}$
0,01	100	1,0	1,0	100	1,0	60	0,6
0,05	100	5,0	5,0	100	5,0	60	3,0
0,10	80	8,0	8,7	95	9,5	53	5,3
0,20	60	12,0	13,4	68	13,6	40	8,0
0,30	47	14,1	16,5	52	15,6	32	9,6
0,40	40	16,0	18,4	40	16,0	26	10,4
0,50	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11,0
0,60	28	16,3	19,05	24,5	14,1	18,5	10,75
0,70	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,80	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,90 и более	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

Вторым участком пути является дверной проем 5 этажа шириной 0,9 м, ведущий на лестничную площадку. Найдем интенсивность движения на втором участке пути (через дверной проем).

Интенсивность движения людского потока по каждому из участков пути, которую вычисляют для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, определяют по формуле:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \times \delta_{i-1}}{\delta_i} \quad (6)$$

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

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

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

$$q_2 = \frac{q_1 \times \delta_1}{\delta_2} \quad (7)$$

$$q_2 = \frac{14,1 \times 1,56}{0,9} = 24,44 \text{ м}/\text{мин}$$

$$q_2 > q_{\max}$$

$$q_{\max} = 19,6 \text{ м}/\text{мин} \text{ для дверных проемов}$$

т.к.  $q_2 > q_{\max}$ , следовательно, будет скопление перед дверным проемом.

При этих параметрах определяется время скопления. Время существования скопления  $t_{\text{ск}}$  на участке  $i$  определяется по формуле:

$$t_{ск} = \frac{Nf}{q_{при D=0.9} \times b_{i+1}} \quad (8)$$

где N - количество людей, чел.;

f - площадь горизонтальной проекции человека, м<sup>2</sup>/чел.;

$q_{при D=0.9}$  - интенсивность движения через участок i + 1 при плотности 0,9 м/мин;

$b_{i+1}$  - ширина участка, м, при вхождении на который образовалось скопление людей.

$$t_{ск} = \frac{57 \times 0,125}{24,44 \times 0,9} = 0,32 \text{ мин} = 19,2 \text{ сек}$$

Расчетное время эвакуации по участку i, в конце которого на границе с участком (i + 1) образовалось скопление людей, допускается определять по формуле:

$$t_i = \frac{l_i}{V_i} + t_{ск} \quad (9)$$

Найдем время движения образовавшегося потока через дверной проем 5 этажа здания:

$$t_2 = \frac{l_1}{V_1} + t_{ск} \quad (10)$$

$$t_2 = \frac{15}{47} + 0,32 = 0,64 \text{ мин} = 38,4 \text{ сек}$$

Третьим участком пути является лестничная площадка, шириной 1,2 м, угол наклона лестницы составляет 45°, горизонтальная длина лестницы 3 м.

Определение длины (вдоль оси пути) отличается для горизонтальных и наклонных путей. К наклонным путям относятся лестницы и пандусы. Свободная ширина b наклонного пути, например лестничного марша, принимается в свету: от перил до стены. Длина наклонного пути L (рисунок 10) принимается по истинному его значению. Этажные и междуэтажные площадки в целях упрощения и облегчения вычислений, учитывая их небольшие размеры и меньшую сложность движения по ним в сравнении с лестничными маршами, допускается отнести к наклонным путям. Тогда средняя длина наклонного пути в пределах одного этажа, с учетом движения по площадкам, составит:

$$L = L' / \cos 45^\circ \quad (11)$$

$$L = 3 / \cos 45^\circ = 4,24 \text{ м}$$

Расстояние между 5 и 4 этажом здания по лестничной клетке составит:

$$L_{\text{общ}} = 2 \times (a + b + L) \quad (12)$$

$$L_{\text{общ}} = 2 \times (1,5 + 2,5 + 4,24) = 16,48 \text{ м}$$

Следовательно, длина пути до нижерасположенного этажа будет составлять 16,48 м.

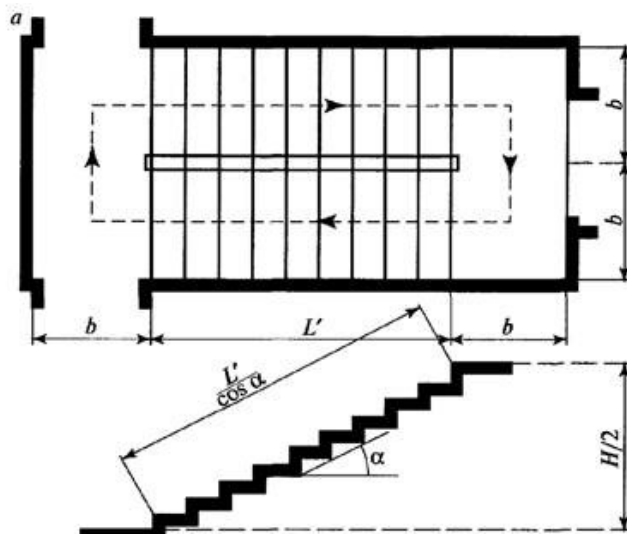


Рисунок 10 - Расчетная длина пути по лестнице

Найдем плотность однородного потока на третьем участке пути  $D_3$ , то есть с 5 этажа по лестнице вниз до 4 этажа по формуле:

$$D_3 = \frac{N_3 \times f}{l_3 \times \delta_3} \quad (13)$$

$$D_3 = \frac{57 \times 0,125}{16,48 \times 1,2} = 0,36$$

Согласно получившейся плотности потока находим скорость движения по лестнице вниз согласно таблице 2:

$$V_3 = 40 \text{ м/мин}$$

Найдем интенсивность движения на данном участке:

$$q_3 = \frac{q_2 \times \delta_2}{\delta_3} \quad (14)$$

$$q_3 = \frac{24,44 \times 0,9}{1,2} = 18,33 \text{ м/мин}$$

$$q_3 > q_{\text{max}}$$

$$q_{max} = 16,0 \text{ м/мин для лестницы вниз}$$

Следовательно, будет скопление. При этих параметрах определяется время скопления. Время существования скопления людского потока по лестнице вниз:

$$t_{ск} = \frac{57 \times 0,125}{18,33 \times 1,2} = 0,32 \text{ мин} = 19,2 \text{ сек}$$

Найдем время движения образовавшегося потока с учетом скопления:

$$t_3 = \frac{16,48}{40} + 0,32 = 0,73 \text{ мин} = 43,8 \text{ сек}$$

На четвертом участке пути будет слияние людского потока с 5-го этажа с 4-ым. Следовательно, на данном участке пути будет 114 человек. Найдем плотность потока движения людей по лестнице.

$$D_4 = \frac{114 \times 0,125}{16,48 \times 1,2} = 0,7$$

Согласно получившейся плотности потока находим интенсивность и скорость движения по лестнице вниз согласно таблице 2:

$$V_4 = 18 \text{ м/мин}$$

$$q_4 = 12,6 \text{ м/мин}$$

$$q_1 < q_{max}$$

$$q_{max} = 16,0 \text{ м/мин для лестницы вниз.}$$

Отсюда следует, что скоплений не будет. А значит, не будет и задержек.

Время движения людского потока по четвертому участку пути  $t_4$ , мин:

$$t_4 = \frac{16,48}{18} = 0,9 \text{ мин} = 54 \text{ сек}$$

Пятым участком пути является движение по лестнице вниз с 4-го этажа до 3-го. Следовательно, на данном участке пути будет 171 человек. Найдем плотность потока движения людей по лестнице.

$$D_5 = \frac{171 \times 0,125}{16,48 \times 1,2} = 1,08$$

Найдем интенсивность движения на данном участке:

$$q_5 = \frac{q_4 \times \delta_4}{\delta_5} \quad (15)$$



$$q_5 = \frac{12,6 \times 1,2}{1,2} = 12,6 \text{ м/мин}$$

$$q_5 < q_{\max}$$

$$q_{\max} = 16,0 \text{ м/мин для лестницы вниз.}$$

Отсюда следует, что скоплений не будет. А значит, не будет и задержек.

Согласно получившейся интенсивности потока находим скорость движения по лестнице вниз согласно таблице 2:

$$V_5 = 18 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по пятому участку пути  $t_5$ , мин:

$$t_5 = \frac{16,48}{18} = 0,9 \text{ мин} = 54 \text{ сек}$$

Шестым участком пути является движение по лестнице вниз с 3-го этажа до 2-го. Следовательно, на данном участке пути будет 228 человек. Найдем плотность потока движения людей по лестнице.

$$D_6 = \frac{228 \times 0,125}{16,48 \times 1,2} = 1,44$$

Найдем интенсивность движения на данном участке:

$$q_6 = \frac{q_5 \times \delta_5}{\delta_6} \quad (16)$$

$$q_6 = \frac{12,6 \times 1,2}{1,2} = 12,6 \text{ м/мин}$$

$$q_6 < q_{\max}$$

$$q_{\max} = 16,0 \text{ м/мин для лестницы вниз.}$$

Отсюда следует, что скоплений не будет. А значит, не будет и задержек.

Согласно получившейся интенсивности потока находим скорость движения по лестнице вниз согласно таблице 2:

$$V_6 = 18 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по шестому участку пути  $t_6$ , мин:

$$t_6 = \frac{16,48}{18} = 0,9 \text{ мин} = 54 \text{ сек}$$

Седьмым участком пути является движение по лестнице вниз со 2-го этажа до 1-го. Следовательно, на данном участке пути будет 242 человека. Найдем плотность потока движения людей по лестнице.

$$D_7 = \frac{242 \times 0,125}{16,48 \times 1,2} = 1,53$$

Найдем интенсивность движения на данном участке:

$$q_7 = \frac{q_6 \times \delta_6}{\delta_7} \quad (17)$$

$$q_7 = \frac{12,6 \times 1,2}{1,2} = 12,6 \text{ м/мин}$$

$$q_7 < q_{max}$$

$$q_{max} = 16,0 \text{ м/мин для лестницы вниз.}$$

Отсюда следует, что скоплений не будет. А значит, не будет и задержек.

Согласно получившейся интенсивности потока находим скорость движения по лестнице вниз согласно таблице 2:

$$V_7 = 18 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по шестому участку пути  $t_6$ , мин:

$$t_7 = \frac{16,48}{18} = 0,9 \text{ мин} = 54 \text{ сек}$$

Восьмым участком пути является эвакуационный выход (дверной проем) 1 этажа шириной 0,72 м, ведущий на улицу. Найдем плотность потока движения людей через эвакуационный выход.

$$D_8 = \frac{242 \times 0,125}{3 \times 0,72} = 14$$

Найдем интенсивность движения на восьмом участке пути.

$$q_8 = \frac{q_7 \times \delta_7}{\delta_8} \quad (18)$$

$$q_8 = \frac{12,6 \times 1,2}{0,72} = 21 \text{ м/мин}$$

$$q_8 > q_{max}$$

$$q_{max} = 19,6 \text{ м/мин для дверных проемов}$$

Т.к.  $q_8 > q_{max}$ , следовательно, будет скопление перед дверным проемом.

При этих параметрах определяется время скопления. Время существования скопления  $t_{ск}$  на участке  $i$  определяется по формуле:

$$t_{ск} = \frac{Nf}{q_{пуD=0.9} \times b_{i+1}} \quad (1)$$

9)

$$t_{ск} = \frac{242 \times 0,125}{21 \times 0,72} = 2 \text{ мин} = 120 \text{ сек}$$

Найдем время движения образовавшегося потока через эвакуационный выход 1 этажа здания:

$$t_8 = \frac{l_7}{V_7} + t_{ск} \quad (20)$$

$$t_8 = \frac{16,48}{18} + 2 = 2,9 \text{ мин} = 174 \text{ сек}$$

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

$$t_p = t_{нэ} + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (21)$$

где  $t_1$  - время движения людского потока на первом (начальном) участке, мин;

$t_{нэ}$  - время начала эвакуации;

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

Время начала эвакуации  $t_{нэ}$  определяется в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 - Значения времени начала эвакуации людей в зависимости от класса функциональной пожарной опасности зданий

№ п/п	Класс функциональной пожарной опасности зданий и характеристика контингента людей	Значение времени начала эвакуации людей $t_{нэ}$ , мин	
		Здания, оборудованные СОУЭ	Здания, не оборудованные СОУЭ
1	Здания дошкольных образовательных организаций, специализированных домов престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса образовательных организаций с наличием интерната и детских организаций; многоквартирные жилые дома; многоквартирные жилые дома, в том числе блокированные (Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4). Люди могут находиться в состоянии сна, но знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов.	6,0	9,0
2	Гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов (Ф1.2). Жильцы могут находиться в состоянии сна и незнакомы со структурой эвакуационных путей и выходов.	3,0	6,0
3	Здания зрелищных и культурно-	3,0	6,0

	просветительных учреждений; здания организаций по обслуживанию населения (Ф2, Ф3). Посетители находятся в бодрствующем состоянии, но могут быть незнакомы со структурой эвакуационных путей и выходов.		
4	Здания образовательных организаций, научных и проектных организаций, органов управления учреждений (Ф4). Посетители находятся в бодрствующем состоянии и хорошо знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов.	3,0	6,0
5	Пожарные отсеки производственного или складского назначения с категорией помещений по взрывопожарной и пожарной опасности В1-В4, Г, Д, входящие в состав зданий с функциональной пожарной опасностью Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, в том числе Ф5.2 – стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта.	2,0	6,0

Учитывая, что для общежитий с оборудованной системой оповещения и управления эвакуацией людей время начала эвакуации  $t_{нэ} = 3$  мин.

Соответственно общее время всей эвакуации из здания общежития составит:

$$t_p = 3 + 0,32 + 0,64 + 0,73 + 0,9 + 0,9 + 0,9 + 0,9 + 2,9 = 11,9 \text{ мин.}$$

Вероятность присутствия людей в здании  $P_{пр.i}$  определяется из соотношения

$$P_{пр.i} = \frac{t_{функц.i}}{24}, \quad (22)$$

где  $t_{функц.i}$  – время нахождения людей в здании в часах;

Определим вероятность присутствия людей в здании общежития:

$$P_{пр.i} = \frac{12}{24} = 0,5$$

Вероятность эвакуации  $P_{э.i}$  из зданий, (за исключением зданий классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4), рассчитывают по формуле:

$$P_{э} = \begin{cases} 0,999 \times \frac{0,8 \times t_{бл} - t_p}{t_{нэ}}, \text{ если } t_p < 0,8 \times t_{бл} < t_p + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, \text{ если } t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \times t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, \text{ если } t_p \geq 0,8 \times t_{бл} \text{ и } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases}, \quad (23)$$

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

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

$t_{бл}$  – 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).

Вычисляем вероятность эвакуации людей из общежития по формуле (23):

$$t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \times t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин}$$

$$14,9 \leq 16 \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин}$$

$$P_{э} = 0,999$$

Коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности,  $K_{п.з}$  рассчитывается по формуле:

$$K_{п.з} = 1 - (1 - K_{обн} \times K_{соуэ}) \times (1 - K_{обн} \times K_{пдз}), \quad (24)$$

где  $K_{обн}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{соуэ}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{пдз}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Рассчитываем коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты:

$$K_{пз} = 1 - (1 - 0,8 \times 0,8) \times (1 - 0,8 \times 0) = 0,64$$

Рассчитаем пожарный риск. Параметры для расчета рисков представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры для расчета рисков

Параметр	Значение	Описание
$Q_{п.i}$	0,012	частота возникновения пожара в течение года
$K_{ап.i}$	0	вероятность эффективного срабатывания АУПТ
$t_{функц.}$	12	время нахождения людей в здании в часах
$P_{пр.i}$	0,5	вероятность присутствия людей в здании
$P_{э.i}$	0,999	вероятность эвакуации людей
$R_{обн}$	0,8	вероятность эффективного срабатывания АПС
$R_{соуэ}$	0,8	условная вероятность эффективного срабатывания СОУЭ
$R_{пдз}$	0	условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты
$K_{п.з.i}$	0,64	вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты
$t_p$	11,9	время эвакуации

Расчетная величина индивидуального пожарного риска  $Q_{в.i}$  для  $i$ -го сценария пожара в зданиях (за исключением классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4) рассчитывается по формуле:

$$Q_{в.i} = Q_{п.i} \times (1 - K_{ап.i}) \times P_{пр.i} \times (1 - P_{э.i}) \times (1 - K_{п.з.i}), \quad (25)$$

где  $Q_{п.i}$  – частота возникновения пожара в здании в течение года, определяемая на основании статистических данных, приведенных в таблице 1. При отсутствии статистической информации допускается принимать  $Q_{п.i} = 4 \times 10^{-2}$  для каждого здания;

$K_{ап.i}$  – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (АУП) требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Значение параметра  $K_{ап.i}$  принимается равным  $K_{ап.i} = 0,9$ , если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой АУП, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование здания системой АУП не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях  $K_{ап.i}$  принимается равным нулю.

$K_{п.з.i}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности [25].

Определим индивидуальный пожарный риск  $Q_v$  в здании общежития по формуле:

$$Q_{v,i} = Q_{п,i} \times (1 - K_{ап,i}) \times P_{пр,i} \times (1 - P_{э,i}) \times (1 - K_{п.з,i}),$$

(25)

$$Q_{v,i} = 0,012 \times (1 - 0) \times 0,5 \times (1 - 0,999) \times (1 - 0,64) = 0,0000216 \text{ год}^{-1};$$

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_{v,i} \leq Q_{вн}, \quad (2)$$

где  $Q_{вн}$  - нормативное значение индивидуального пожарного риска;

$$Q_{вн} = 10^{-6} \text{ год}^{-1};$$

$Q_{v,i}$  - расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Условие (формула 2) не выполняется, т.к.  $Q_{v,i} > Q_{вн}$ , следовательно, индивидуальный пожарный риск превышает нормативные показатели.

## 4 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

### 4.1 Организационные мероприятия

Анализ и оценка пожарных рисков, представленные в третьем разделе выпускной квалификационной работы, позволяют определить основные направления снижения пожарных рисков для общежития ВСГУТУ № 3.

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

1) обеспечение одновременного нахождения в здании общежития не более 485 человек (студенты и сотрудники);

2) проведение противопожарных инструктажей для студентов и сотрудников;

3) ограничение использования пожароопасных и горючих материалов в отделке путей эвакуации;

4) обеспечение технической надежности элементов пожарной сигнализации, при которой вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации;

5) обеспечение технической надежности элементов системы оповещения людей о пожаре и управлением эвакуации людей, при которой вероятность эффективного срабатывания системы СОУЭ  $R_{\text{СОУЭ}} = 0,98$ ;

6) обеспечение свободного открывания дверей на путях эвакуации и по направлению выхода из здания;

7) непревышение установленной пожарной нагрузки для помещений.

### 4.2 Инженерно-технические мероприятия



Для обеспечения допустимого значения уровня пожарного риска ( $Q_{\text{вн}} \geq 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ ) необходимо выполнение следующих инженерно-технических мероприятий:

- 1) устройство дополнительных эвакуационных путей и выходов;
- 2) устройство системы противодымной защиты;
- 3) усовершенствование систем сигнализации;
- 4) обеспечение соответствия эвакуационных путей и выходов требованиям пожарной безопасности;

#### 4.3 Оценка экономической эффективности мероприятий по снижению пожарных рисков

Как говорилось ранее, объект защиты имеет отступления от требований СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы», а именно: - ширина эвакуационного выхода менее 1,2 м (факт. 0,72 м);

Для того чтобы устранить это нарушение, соответственно, необходимо: - увеличить ширину эвакуационного выхода до требуемой (1,2 м);

В условиях ограниченности бюджета любое предпринимаемое решение по проведению тех или иных мероприятий на объекте должно иметь экономическое обоснование.

Далее приведены результаты полученных данных в ходе анализа рыночной стоимости на необходимые мероприятия по состоянию на 2021 г.

Расчет затрат на увеличение ширины эвакуационных выходов.

Стоимость алмазной резки на расширение эвакуационного выхода до требуемой ширины составит:

$$F_{\text{тр}} = N_{\text{в}} \times F_{\text{эв}}, \quad (26)$$

где  $F_{\text{эв}}$  - стоимость расширения одного эвакуационного выхода;

$N_{\text{в}}$  - количество эвакуационных выходов.

$$F_{\text{тр}} = 1 \times 15000 = 15000 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на установку дверей.

Затраты на дверной металлический блок, без порога, глухой, высотой 2100 мм, шириной 1200 мм.

$$F_{\text{бл}} = N_{\text{д}} \times F_{\text{дв}}, \quad (27)$$

где  $F_{\text{дв}}$  - стоимость двери;

$N_{\text{д}}$  - количество дверей, подлежащих установке.

$$F_{\text{бл}} = 1 \times 18500 = 18500 \text{ руб.}$$

Стоимость монтажа дверей:

$$F_{\text{мд}} = N_{\text{д}} \times F_{\text{и}}, \quad (28)$$

где  $F_{\text{и}}$  - стоимость монтажа одной двери;

$N_{\text{д}}$  - количество дверей, подлежащих установке.

$$F_{\text{мд}} = 1 \times 2500 = 2500 \text{ руб.}$$

Итоговая стоимость дверей с монтажом:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{тр}} + F_{\text{бл}} + F_{\text{мд}}, \quad (29)$$

$$F_{\text{об}} = 15000 + 18500 + 2500 = 36000 \text{ руб.}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе на тему «Оценка пожарных рисков в образовательном учреждении»: проведен анализ пожарных рисков в образовательных учреждениях, дана характеристика образовательного учреждения.

На основании вышеизложенного:

- проведена оценка пожарных рисков в образовательном учреждении;
- разработаны мероприятия по снижению пожарных рисков в образовательном учреждении.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон РФ от 22.07.2008 г. № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Федеральный закон РФ от 21.12.1994 г. № 69 «О пожарной безопасности».
3. Приказ МЧС от 30.06.2009 г. № 382 «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».
4. ГОСТ 30403-96 «Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности».
5. ГОСТ Р 12.3 047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».
6. ГОСТ 12.1 004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
7. ГОСТ 12.1 033-81 «Пожарная безопасность. Термины и определения».
8. СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
9. СанПиН 2.1.2.1002-00 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям».
10. СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».
11. СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».
12. СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».
13. СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».
14. СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».
15. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности».
16. СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».

17. Понятие риска и некоторые аспекты его анализа и оценки (на примере пожарных рисков) – Брушлинский Н.Н., Соколов С.В.
18. Риски. Методика расчета пожарных рисков – Трушов Н.В.
19. Рабочее время и пожарный риск – Ковалёв С.А.
20. Гражданская защита. Понятийно-терминологический словарь / Под ред. 10. Л. Воробьева. – М. : Флайст, Геополитика, 2006. – с. 200-240.
21. Пожарная безопасность, как составляющая комплексной безопасности образовательных учреждений – Сергеева Г.А., Калашникова В.Д. Аллея науки. 2018. Т. 2. № 2 (18). С. 59.
22. Акимов, В.А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах: Учебное пособие / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2004.
23. Бадмацыренов Б.В. Методические указания «Оформление и содержание выпускных квалификационных, курсовых работ (проектов), отчетов по практике» предназначено для обучающихся по направлению «Техносферная безопасность», г.Улан-Удэ, 2015 г.
24. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» [Электронный ресурс] – <https://www.esstu.ru>
25. Порядок проведения оценки пожарного риска [Электронный ресурс] – <https://docs.cntd.ru>
26. Итоги деятельности МЧС России [Электронный ресурс] – <https://www.mchs.gov.ru>