

ООО «СИТИС»
Стандарт организации

ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

СТО СИТИС-105-15

Екатеринбург
2015

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены [Федеральным законом](#) от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ «О техническом регулировании», а общие правила применения стандартов организаций изложены в [ГОСТ Р 1.0-2012](#) «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».

Настоящий стандарт организации является документом в области стандартизации и применяется в соответствии с Законом «О техническом регулировании», а также с 01 июня 2016 года в соответствии с Законом «О стандартизации в Российской Федерации»

Сведения о стандарте

1. РАЗРАБОТАН ООО «СИТИС»

Общество с ограниченной ответственностью «Ситис»
ОГРН 1026602310206
620028 Екатеринбург, ул. Долорес Ибаррури, 2
www.sitis.ru

2. ПРИНЯТ приказом директора ООО «СИТИС» № С4 от 16.12.2015.

3. ДАТА ВВЕДЕНИЯ 16.12.2015

4. Редакция 3 от 25.01.2016

Исключительные авторские права на данный стандарт принадлежат ООО «Ситис»

ООО «Ситис» предоставляет всем заинтересованным лицам право бесплатного использования настоящего стандарта, а также воспроизведения настоящего стандарта полностью или частями в печатном и электронном виде.

© ООО «СИТИС», 2015-2016

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	4
1.1. Назначение стандарта	4
1.2. Область применения	5
1.3. Термины и определения	6
1.4. Условные обозначения	7
2. Выполнение пожарно-технического анализа	7
2.1. Обзор процесса пожарно-технического анализа	7
2.2. Состав и объем пожарно-технического анализа	8
3. Определение целей, требований и критериев пожарной безопасности	9
3.1. Общее описание	9
3.2. Соответствие предписывающим нормам	9
3.3. Цели пожарной безопасности для заинтересованных/затрагиваемых сторон	9
3.4. Функциональные критерии	11
4. Пробный проект	11
4.1. Выявление опасных факторов	11
4.2. Концепция пожарно-технического анализа	11
4.3. Сценарии развития пожара и поведения людей	12
4.4. Выбор инженерных методов и предварительный отчет	13
5. Оценка пробного проекта на основе сценариев	15
5.2. Количественный анализ сценариев проектного пожара	15
5.3. Сравнение с функциональными критериями	16
6. Заключительный отчет по проекту	16
6.1. Проектная документация	16
6.2. Общее описание проекта	17
6.3. Утверждение надзорными органами	17
7. Внедрение проектных пожарно-технических решений	17
7.1. Выявление и внесение изменений	17
7.2. Проверка соответствия зданий и сооружений требованиям пожарной безопасности	18
7.3. Обновление проектной документации	18
8. Обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации и надзоре	18
8.1. Основные положения	18
8.2. Обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации	18
8.3. Независимый контроль и надзор	18
9. Сценарии проектного пожара	19
9.1. Роль сценариев проектного пожара в пожарно-техническом анализе	19
9.2. Роль проектных пожаров в пожарно-техническом анализе	20
9.3. Выбор сценариев проектного пожара и проектных пожаров	20
9.4. Характеристики сценариев пожара	20
9.5. Идентификация сценариев пожара	21
10. Проектные пожары	26
10.1. Основные положения	26
10.2. Основные характеристики	27
10.3. Параметры, предусмотренные сценарием проектного пожара	29
10.4. Параметры, которые нужно определить	29
10.5. Оценка развития пожара	31
11. Пример 1. сценарии проектного пожара в спортивном комплексе	33
11.1. Цель	33
11.2. Описание здания и его использования	33
11.3. Процедура	33
11.4. Оценка	40
12. Пример 2. сценарии проектного пожара на складе	40
12.1. Цель	40
12.2. Описание здания и его использование	40
12.3. Процедура	40
13. Список литературы	46

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Назначение стандарта

- 1.1.1. В соответствии с техническими регламентами о требованиях пожарной безопасности [13.1.1] и о безопасности зданий и сооружений [13.1.2], на основании анализа и расчетного обоснования могут определяться:
- 1.1.1.1. пожарный риск
 - 1.1.1.2. противопожарные разрывы, размеры охранных зон;
 - 1.1.1.3. характеристики огнестойкости и пожарной опасности элементов строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения;
 - 1.1.1.4. разделение здания или сооружения на пожарные отсеки;
 - 1.1.1.5. расположение, габариты и протяженность путей эвакуации людей при возникновении пожара, обеспечение противодымной защиты путей эвакуации, характеристики пожарной опасности материалов отделки стен, полов и потолков на путях эвакуации, число, расположение и габариты эвакуационных выходов;
 - 1.1.1.6. характеристики или параметры систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, а также автоматического пожаротушения и систем противодымной защиты;
 - 1.1.1.7. меры по обеспечению возможности проезда и подъезда пожарной техники, безопасности доступа личного состава подразделений пожарной охраны и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, параметры систем пожаротушения, в том числе наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения;
 - 1.1.1.8. организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности здания или сооружения в процессе их строительства и эксплуатации.
- 1.1.2. Расчет пожарного риска для оценки выполнения требований пожарной безопасности в соответствии с техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности [13.1.1] выполняются на основании методик, утвержденных в установленном порядке [13.1.3], [13.1.4]. Порядок выполнения расчетов дополнительно описан в методических рекомендациях [13.1.5], [13.1.6]. Порядок выполнения других расчетов в области пожарно-технического анализа, кроме расчета безопасной эвакуации и блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара, в утвержденных методиках не регламентируется и может быть осуществлен косвенно при задании соответствующих расчетных сценариев.
- 1.1.3. Обоснование параметров зданий и сооружений, приведенных в пп. 1.1.1.2 – 1.1.1.8, дополнительное или альтернативное к положениям действующих «добровольных» норм, в соответствии с техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений может быть выполнено на основании:
- 1.1.3.1. результатов исследований
 - 1.1.3.2. расчетов и (или) испытаний, выполненных по сертифицированным или апробированным иным способом методикам
 - 1.1.3.3. моделирования сценариев возникновения опасных природных процессов и явлений и (или) техногенных воздействий
- 1.1.4. Настоящий стандарт показывает пример, как образом должна быть организована процедура обоснования решений в области пожарной безопасности, когда данные решения основываются не на «предписывающих» положениях действующих норм, а на альтернативных методах обоснования – моделировании сценариев, расчетах, испытаниях и исследованиях.
- 1.1.5. Положения настоящего стандарта являются изложением положений международных стандартов ISO 23932-2009 Fire safety engineering – General principles («Пожарно-технический анализ – Общие принципы») [13.1.8] и ISO/TS 16733-2006 Fire safety engineering — Selection of design fire scenarios and design fires (Пожарно-технический анализ – Выбор сценариев проектных пожаров и проектных пожаров) [13.1.12], для которых отсутствуют зарегистрированные переводы на русский язык.
- 1.1.6. Стандарт ISO 23932-2009 Fire safety engineering – General principles («Пожарно-технический анализ – Общие принципы») [13.1.8] является ссылочным документом проекта стандарта ГОСТ Р ИСО 16730 «Пожарно-технический анализ. Оценка, валидация и верификация методов расчета». [13.1.7], поэтому данный документ может использоваться при публичном обсуждении проекта стандарта для ознакомления с положениями ISO 23932-2009 Fire safety engineering – General principles [13.1.8]
- 1.1.7. Соответствие разделов в настоящем документе разделам оригинальных международных стандартов:
- 1.1.7.1. Разделы 2–8 соответствуют главам 3–14 стандарта ISO 23932-2009 Fire safety engineering – General principles [13.1.8]

1.1.7.2. Разделы 2, 9–12 соответствуют главам 3–7 и приложениям В и С стандарта ISO/TS 16733-2006 Fire safety engineering — Selection of design fire scenarios and design fires [13.1.12]

1.1.8. Поскольку одной из задач разработки стандарта является предоставление информации о положениях международных стандартов в области пожарно-технического анализа при проведении публичного обсуждения проекта стандарта ГОСТ Р ИСО 16730 [13.1.7], в связи со сжатыми сроками по разработке, в ряде случаев используются названия терминов и понятий, передающих смысл и содержание положения иностранных стандартов, но не всегда соответствующих принятым в отечественной профессиональной среде специалистов в области пожарной безопасности. При дальнейшей разработке настоящего стандарта, с учетом полученных замечаний и уточнений, качество изложения (перевода) пожарно-технических понятий будет совершенствоваться. Замечания и предложения по тексту стандарта следует направлять на электронный адрес: gost@sitis.ru

1.2. Область применения

1.2.1. Применение настоящего стандарта является добровольным

1.2.2. Настоящий стандарт не предназначен в качестве детального технического руководства при проектировании или оценке выполнения требований пожарной безопасности, но содержит ключевые элементы, необходимые практикующим инженерам пожарной безопасности, экспертам и инспекторам для решения различных задач на этапах работы и их взаимосвязи в процессе анализа и при эксплуатации объекта.

1.2.3. Информация, содержащаяся в настоящем стандарте, предназначена не только непосредственно для специалистов, участвующих в разработке или оценке противопожарных решений, но и служит в качестве шаблона для руководства разработкой согласованного набора инженерных документов пожарной безопасности, охватывающей роль инженерных расчетов и испытаний как обоснования решений.

1.2.4. Основные принципы пожарно-технического анализа и связанных с ними задач пожарной безопасности в настоящем стандарте могут применяться одновременно с требованиями и рекомендациями других документов в области пожарной безопасности. Связанные цели пожарной безопасности включают в себя обеспечение, в том числе:

- 1.2.4.1. а) безопасности жизни;
- 1.2.4.2. б) сохранения имущества;
- 1.2.4.3. в) непрерывности деятельности;
- 1.2.4.4. г) охраны окружающей среды;
- 1.2.4.5. д) сохранения культурного наследия.

1.2.5. Настоящий стандарт применяется в следующих случаях:

- 1.2.5.1. Как пример последовательности этапов выполнения пожарно-технического анализа
- 1.2.5.2. Как пример требований к содержанию работ на каждом этапе пожарно-технического анализа, выполнения расчетов, исследований и испытаний
- 1.2.5.3. Как пример требований к экспертной оценке достоверности и применимости результатов пожарно-технического анализа для технических и организационных решений в области пожарной безопасности
- 1.2.5.4. Как пример требований к документированию результатов пожарно-технического анализа для их использования на последующих этапах жизненного цикла объекта
- 1.2.5.5. Как пример информации, которая должна быть отражена полностью или частично в обосновании выбора моделей и методов расчета в отчетах по результатам расчетов в области пожарной безопасности

1.2.6. Настоящий стандарт также может применяться совместно с проектом ГОСТ Р 16730 [13.1.7] при публичном обсуждении этого проекта национального стандарта, а в дальнейшем при использовании соответствующего национального стандарта.

1.2.7. Настоящий стандарт может применяться следующими специалистами:

- 1.2.7.1. Проектировщиками – для планирования и выполнения пожарно-технического анализа при разработке проектной и рабочей документации
- 1.2.7.2. Специалистами по пожарному аудиту – для планирования и выполнения пожарно-технического анализа при оценке пожарного риска
- 1.2.7.3. Экспертами и инспекторами – для оценки полноты и обоснованности выполненных расчетных обоснований, для оценки полноты выполненной документации.
- 1.2.7.4. Владельцами зданий и сооружений и руководителями эксплуатирующих организаций – для ознакомления с требованиями по документированию условий безопасной эксплуатации зданий и сооружений, для выполнения условий безопасной эксплуатации и их контроля.
- 1.2.7.5. Разработчиками стандартов, методических рекомендаций и пособий – для обобщения и использования международного опыта и соответствующей методологии.

1.3. Термины и определения

- 1.3.1. **Инженерная оценка (*engineering judgement*)** – процесс, выполняемый специалистом или группой специалистов, обладающей соответствующей квалификацией по образованию, опыту и признанным навыкам, позволяющим прибавлять, дополнять, принимать или отклонять компоненты технического анализа.
- 1.3.2. **Руководство по пожарной безопасности (*fire-safety manual, fire-safety information system*)** – документ или компьютерная система с подробным описанием процедуры обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации, предназначенная для исполнения на непрерывной основе
- 1.3.3. **Стратегия пожарной безопасности (*fire-safety strategy*)** – требования к проектным функциям, используемым для достижения целей пожарной безопасности, которые при полной проработке и детализации, образуют основу для пробного проекта
- 1.3.4. **Функциональное требование (*functional requirement*)** – изложение средств достижения указанных целей пожарной безопасности с учетом особенностей зданий и сооружений
- 1.3.5. **ПРИМЕЧАНИЕ.** Обязательные функциональные требования должны соблюдаться в соответствии со строительными нормами или национальными правилами; произвольные функциональные требования выражаются другими заинтересованными/затрагиваемыми сторонами.
- 1.3.6. **Заинтересованная/затрагиваемая сторона (*interested affected party*)** – сторона, на которую влияет проект пожарной безопасности, включая собственников и других заинтересованных лиц, связанных с имуществом, или уполномоченные органы, ответственные за здравоохранение и социальное обеспечение
- 1.3.7. **Обязательная цель (*mandatory objective*)** – цель пожарной безопасности, такая, как обеспечение безопасности жизни и охрана окружающей среды, устанавливаемая строительными нормами и правилами или национальными нормативами
- 1.3.8. **Функциональные критерии (*performance criteria*)** – количественные технические характеристики, которые образуют согласованную основу для оценки безопасности проекта здания или сооружения
- 1.3.9. **Коэффициент безопасности (*safety factor*)** – множественная поправка, применяемая к расчетным значениям для компенсации неопределенности в методах, расчетах, входных данных и предположениях
- 1.3.10. **Пробный проект (*trial design*)** – проект, выбранный для проведения пожарно-технического анализа
- 1.3.11. **Неопределенность (*uncertainty*)** – количественная оценка систематической и случайной ошибки в данных, переменных, параметрах или математических зависимостях, или неудачной попытки включить соответствующий элемент
- 1.3.12. **Валидация (*validation*)** <вычислительной модели пожара> – процесс определения степени, в которой вычислительный метод соответствует реальности с точки зрения целей его предполагаемого использования, в частности, подтверждение правильности предположений и определяющих уравнений, реализованных в модели при их применении к целому классу задач, решаемых моделью
- 1.3.13. **Верификация (*verification*)** <вычислительной модели пожара> – процесс определения соответствия реализации вычислительного метода его концептуальному описанию, предоставленному разработчиком, и его решению
- 1.3.14. **ПРИМЕЧАНИЕ.** Основная стратегия верификации вычислительных моделей – это выявление и количественная оценка ошибки в вычислительной модели и ее решение.
- 1.3.15. **Произвольная цель (*voluntary objective*)** – цели пожарной безопасности, являющиеся требованиями заинтересованных/затрагиваемых сторон, помимо обязательных целей
- 1.3.16. **Здания и сооружения (*built environment*)** – здания, сооружения или транспортные объекты
- 1.3.17. **ПРИМЕР.** Примеры сооружений, помимо зданий, включают тоннели, мосты, морские платформы и шахты.
- 1.3.18. **Проектный пожар (*design fire*)** – количественное описание предполагаемых характеристик пожара в рамках сценария проектного пожара
- 1.3.19. **ПРИМЕЧАНИЕ.** Как правило, это идеализированное описание постепенного варьирования важных переменных пожара, таких как скорость выделения тепла и количество выбросов токсичных веществ, наряду с другими важными входными данными для моделирования, такими как плотность пожарной нагрузки.
- 1.3.20. **Сценарий проектного пожара (*design fire scenario*)** – конкретный сценарий пожара, согласно которому будет проводиться детерминированный пожарно-технический анализ
- 1.3.21. **ПРИМЕЧАНИЕ.** Поскольку количество возможных сценариев пожара может быть очень велико, необходимо выбрать наиболее важные сценарии (проектные сценарии пожара) для выполнения анализа.

- 1.3.22. **Сценарий пожара (fire scenario)** – качественное описание хода пожара с течением времени, с указанием ключевых событий, которые характеризуют пожар и отличают его от других возможных пожаров
- 1.3.23. ПРИМЕЧАНИЕ. Выявление потенциальных сценариев пожара является важным шагом для выбора детерминированного анализа или статистической оценки риска.
- 1.4. Условные обозначения**
- 1.4.1. A — площадь отверстия, выраженная в квадратных метрах
- 1.4.2. h — высота отверстия, выраженная в метрах
- 1.4.3. $\dot{m}_f$ — скорость потери массы горючих материалов, кг/с
- 1.4.4. $\dot{m}_{air}$ — скорость поступления воздуха в помещение, кг/с
- 1.4.5. $\dot{Q}$ — скорость выделения тепла, кВт
- 1.4.6. $\dot{Q}_O$ — контрольная скорость выделения тепла, кВт
- 1.4.7. r — требование стехиометрического количества воздуха для полного сгорания горючих материалов, выраженное как соотношение килограммов воздуха к килограммам горючих материалов
- 1.4.8. t — время, выраженное в секундах
- 1.4.9. t_g — время, необходимое для достижения контрольной скорости выделения тепла $\dot{Q}_O$, выраженное в секундах

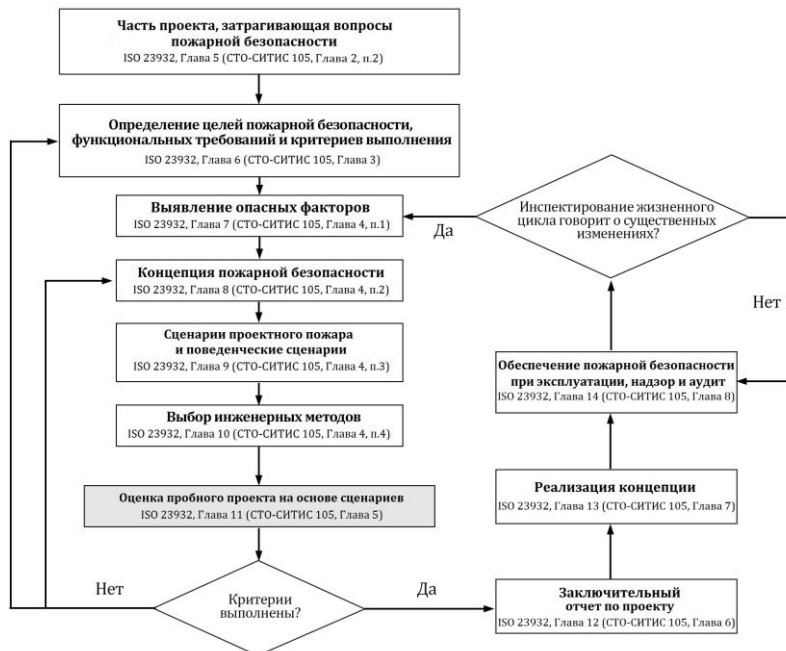
2. ВЫПОЛНЕНИЕ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

2.1. Обзор процесса пожарно-технического анализа

- 2.1.1. Пожар представляет собой сложное явление, оказывающее гидродинамические, температурные, механические и химические воздействия (нагрузки) на здания и сооружения, на владельцев и пользователей зданий и на пожарные службы. Поэтому, очень важно, чтобы процесс проектирования пожарной безопасности, изложенный в настоящем стандарте, был неотъемлемой частью всех строительных проектов, связанных с аспектами, которые не могут быть адекватно предусмотрены предписывающими требованиями. Тот факт, что пожарные воздействия (нагрузки) могут приводить к изменениям, влияющим на последующее поведение пожара, в результате приводя к изменению воздействий (нагрузки) от пожара, говорит о необходимости взаимодействия проекта пожарной безопасности со всеми другими конструктивными особенностями на протяжении жизненного цикла проекта. Например, ограждающие конструкции могут разрушаться под воздействием пожара, что может привести к дополнительной вентиляции и вызвать увеличение интенсивности пожара. Действия людей, находящихся в здании, также могут повлиять на развитие пожара посредством открытия или закрытия дверей/окон или попыток тушения пожара.
- 2.1.2. Схема на рисунке (п. 2.1.4) представляет собой краткое описание процесса пожарно-технического анализа (проектирование, реализация и эксплуатация) зданий и сооружений, со ссылкой на номера глав, где процесс объясняется более подробно.
- 2.1.3. На рисунке (п. 2.1.4) показаны шаги, необходимые для разработки процесса пожарно-технического анализа в полном соответствии с целями всех заинтересованных/запрашиваемых сторон. После того, как был определен состав и объем пожарно-технического анализа (п. 2.2), следующим шагом (п. 3) является разработка целей пожарной безопасности, связанных с функциональными требованиями и количественными критериями реализации различных функций проекта (например, пожарной безопасности), которые необходимы для достижения целей пожарной безопасности. Затем должен быть разработан конкретный план проекта пожарной безопасности (п. 4.2), содержащий элементы пробного проекта, которые потенциально могут удовлетворять количественным функциональным критериям в соответствии с предварительным выявлением опасных факторов (п. 4.1). Необходимо согласовать набор сценариев развития пожара, которые могут использоваться, чтобы испытать производительность этих проектных функций (п. 4.3). Удовлетворены ли функциональные критерии, определяется с помощью оценки пробного проекта на основе сценариев в соответствии с п. 5, с применением инженерных методов, выбранных согласно п. 4.4. Если функциональные критерии не удовлетворены по результатам пробного проекта, то необходимо вносить изменения до тех пор, пока не будет достигнут заключительный план проекта в соответствии с установленными требованиями. В завершение составляется и проходит проверку заключительный отчет по проекту, содержащий всю необходимую документацию, (п. 6). Внедрение окончательного плана проекта с переходом к строительству здания или сооружения, представлено в п. 7. Однако даже после внедрения

этих решений процесс пожарно-технического анализа не заканчивается. Проводится периодическое инспектирование и текущие процедуры обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации объектов, как представлено в п. 8.

2.1.4. Рисунок — Блок-схема, иллюстрирующая процесс пожарно-технического анализа — Проектирование, реализация и эксплуатация



2.2. Состав и объем пожарно-технического анализа

2.2.1. Процесс пожарно-технического анализа следует начинать на самой ранней стадии проекта (что может включать, например, проекты архитектурной концепции, конструкции, вентиляции, системы канализации, электрической сети) для новых зданий и сооружений, для внесения изменений или реставрации существующих зданий или сооружений, а также оценки соответствия обновленным правилам и нормам. Проектирование пожарной безопасности должно быть полностью интегрировано во все остальные области инженерного проектирования на протяжении реализации проекта. Требование к соблюдению такого взаимодействия очевидно, если учитывать, к примеру, насколько результаты проектирования акустических свойств или теплоизоляции (использование горючих звукопоглощающих/теплопоглощающих материалов) или повышение безопасности (ограничение средств выхода) могут привести к непреднамеренным нарушениям пожарной безопасности.

2.2.2. Чтобы способствовать выявлению воздействий (нагрузок) от пожара на строящиеся здания и сооружения, необходимо предоставить эскизный проект разработчикам пожарной безопасности. Данный эскизный проект должен содержать информацию о цели/функции каждой части проекта, их размерах (включая отверстия), а также описание предполагаемого расположения всех конструктивных деталей, предметов внутренней отделки, декоративных элементов, оборудования и горючих материалов, которые планируется установить, хранить или использовать в строящихся зданиях или сооружениях, а также описание и анализ процессов промышленных установок. При реконструкции существующего здания или сооружения необходимо предоставлять ту же информацию, с той лишь разницей, что в этом случае основу пожарно-технического анализа обеспечивает не эскизный проект, а описание существующих элементов.

2.2.3. На данном этапе должен быть четко определен договорной и организационный контекст проектных работ, включая степень, в которой будет применяться подход пожарно-технического анализа (в отношении всего здания или сооружения или его части), а также функций и обязанности каждого члена проектной группы.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕЙ, ТРЕБОВАНИЙ И КРИТЕРИЕВ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Общее описание

- 3.1.1. В процессе обсуждений, переговоров и/или достижения соглашения всех заинтересованных/затрагиваемых сторон должны быть определены цели пожарной безопасности (включая цели, приведенные в обязательных нормах). Должны быть разработаны функциональные требования, которые переводят эти цели в требуемые функциональные возможности (например, системы противопожарной защиты) пожарной безопасности. А также должны быть установлены количественные критерии функциональности, чтобы определить, позволяет ли данная функциональность достичь целей пожарной безопасности.
- 3.1.2. Данный процесс позволяет получить ответы на следующие вопросы; см. пп. [3.3–3.4](#).
- a) Относительно целей: Каковы требуемые/желаемые результаты всех предвидимых случаев пожара?
 - b) Относительно функциональных требований: Как достичь этих результатов, используя функциональность проекта?
 - c) Относительно критериев эффективности: Как будет измеряться соответствие проекта в технических показателях?

3.2. Соответствие предписывающим нормам

- 3.2.1. Предписывающие нормы, как правило, обеспечивают «приемлемые решения» в отношении элементов или специальных характеристик проектирования пожарной безопасности, которые «расцениваются как отвечающие» нормативным требованиям. Такие нормы могут в некоторых случаях также обеспечивать четкие обязательные цели и/или функциональные требования, касающиеся назначения норм. В таких случаях дополнительная нормативная информация должна использоваться для содействия в подготовке объективных требований и перечислять функциональные требования, рассмотренные в пп. [3.3–3.4](#). При отсутствии информации о назначении норм, необходимо, чтобы наборы целей и функциональных требований разрабатывались независимо, чтобы определить, каким образом воздействие сценариев пожара измеряется с помощью функциональных критериев.
- 3.2.2. Кроме того, при разработке альтернативного решения вместо предписывающего приемлемого решения функциональные критерии не обязательно должны быть абсолютными; они могут быть относительными по отношению к производительности, которая достигается приемлемым решением. При использовании относительных функциональных критериев, необходимо, чтобы основа сравнения была четко и полностью объяснена.

3.3. Цели пожарной безопасности для заинтересованных/затрагиваемых сторон

3.3.1. Основные положения

- 3.3.2. При работе с функционально-ориентированными нормами или правилами необходимо определять набор широких объективных требований (например, желаемые результаты), относящиеся к пожарной безопасности и с использованием терминологии, понятной для всех заинтересованных/затрагиваемых сторон. Заинтересованные/затрагиваемые стороны могут включать в себя уполномоченные органы, владельцев, разработчиков, сотрудников и других потенциальных посетителей, сотрудников аварийно-спасательных служб, страховщиков и соседей. Заинтересованные стороны помимо владельца могут быть представлены уполномоченными органами или специалистами сторонней организации.
- 3.3.3. Поскольку в большинстве стран пожарная безопасность является вопросом нормативного регулирования, возможности изменения этих требований весьма ограничены, и необходимо представлять доказательства того, что требуемые нормативные цели выполнены. С другой стороны, могут быть поставлены другие добровольные цели, такие как минимизация прерывания деятельности или обеспечение более высокого уровня безопасности, чем предусмотрено нормативными требованиями. В этом случае технический анализ может приводить к изменению целей, например, достижению баланса безопасности и стоимости, который является более приемлемым для заинтересованных/затрагиваемых сторон.
- 3.3.4. Объективные требования, как правило, направлены на одну или несколько задач см. пп. [3.3.5–3.3.17](#).
- 3.3.5. **Безопасность жизни**
- 3.3.6. Цели обеспечения безопасности жизни, как правило, формируются с точки зрения требований снизить или не допустить причинения определенного уровня вреда пользователям здания и другим людям, находящимся внутри и за пределами здания или сооружения. Цели предотвращения травм, которые могут быть получены, прежде чем люди смогут отреагировать на пожар

и начать эвакуацию, как правило, формируется с точки зрения требований к оборудованию или другим системам снизить вероятность возникновения пожара.

- 3.3.7. Пример цели обеспечения безопасности жизни: «люди, не контактирующие с пожаром, не подвержены воздействиям дыма или пламени». Работа пожарных служб подразумевает более высокий уровень риска, поэтому цель обеспечения безопасности жизни персонала пожарных служб, как правило, формируется с точки зрения ограничения риска получения травм.

3.3.8. Сохранение имущества

- 3.3.9. Цели сохранения имущества, как правило, направлены на то, чтобы уменьшить или избежать повреждения здания или сооружения и его содержимого, например, оборудования.

- 3.3.10. Пример цели сохранения имущества: «ущерб имущества не должен составлять значительную часть от общей стоимости здания или сооружения и его содержимого».

3.3.11. Непрерывность деятельности

- 3.3.12. Цели обеспечения непрерывности деятельности или использования здания как правило, направлены на уменьшение времени, в течение которого деятельность прервана, они также могут быть выражены в виде:

- a) экономической стоимости таких перерывов, включая долю рынка и упущенную прибыль;
- b) функциональной продолжительности деятельности, необходимой для обеспечения безопасности конкретного процесса.

- 3.3.13. Пример цели непрерывности деятельности: «текущие деловые операции не должны прерываться на длительное время». Пример цели обеспечения непрерывности деятельности помимо деловой деятельности: «перевозки, энергообеспечение, передача информации, здравоохранение и другие объекты инфраструктуры, необходимые для функционирования сообщества/региона/страны не должны прерываться на длительное время».

3.3.14. Защита окружающей среды

- 3.3.15. Цели защиты окружающей среды, как правило, направлены на снижение или избежание краткосрочных и долгосрочных последствий пожара на качество природной среды. Пожары, вызывающие серьезные долгосрочные последствия для природной среды, случаются редко. Однако примеры таких пожаров на нефтяных танкерах или морских нефтяных платформах приводят к значительным загрязнениям океана. При наличии правительственных требований к качеству окружающей среды можно указывать минимальные цели по охране окружающей среды по части соблюдения этих требований.

- 3.3.16. Пример цели защиты окружающей среды: «в случае пожара необходимо ограничить количество токсичных выбросов в атмосферу».

3.3.17. Сохранение культурного наследия

- 3.3.18. Цели сохранения объектов культурного наследия, как правило, направлены на избежание утери или воздействий на объекты, представляющие неэкономическую ценность. Как правило, это невозможные, старинные и уникальные объекты, имеющие культурную или другую символическую ценность. Однако защита культурного наследия также может представлять собой экономическую задачу в зависимости от стоимости его защиты.

- 3.3.19. Пример цели защиты культурного наследия: «риск повреждения музейных экспонатов в случае пожара должен быть минимизирован».

3.3.20. Функциональные требования

- 3.3.21. Каждая цель пожарной безопасности должна быть связана с одним или несколькими функциональными требованиями, которое необходимо выполнить при проектировании пожарной безопасности. Функциональное требование – это изложение условия, необходимого для достижения цели пожарной безопасности. Иными словами, средства достижения цели указаны в виде требований к функциям, которые представляют собой элементы, подлежащие регулированию посредством проектирования пожарной безопасности, например конструкции, пожарные отсеки или другие специально отведенные пространства, материалы и оборудование, используемые в строительстве зданий и сооружений или системах пожарной безопасности. Перечисление функций, содержащих требования, обеспечивает первый уровень детализации стратегии проекта пожарной безопасности. Сами требования обеспечивают второй уровень детализации стратегии проекта пожарной безопасности. В то время как цели изложены в нечисловых значениях последствий пожаров, функциональные требования изложены в значениях той функции проекта пожарной безопасности, которая считается необходимой для достижения поставленных целей. Функциональные требования по-прежнему выражены качественно, однако они применяются на уровне элементов проекта и, следовательно, являются более значимыми и напрямую пригодны для целей технического анализа. Например, в случае с высотным зданием цель обеспечения безопасности жизни, как правило, разрабатывается в виде функциональных требований, направленных на сохранение целостности конструкции и защиту путей эвакуации от

воздействия вредных факторов пожара до завершения эвакуации. Первое функциональное требование относится к устойчивости конструкции, второе – к безопасности жизни.

- 3.3.22. Примеры двух таких функциональных требований: «ни один проектный сценарий пожара не должен допускать необратимого повреждения конструкции до завершения эвакуации и работы пожарных подразделений» и «ни один проектный сценарий пожара не должен допускать вредных воздействий пожара в помещениях, используемых для эвакуации, до ее завершения».

3.4. Функциональные критерии

3.4.1. Основные положения

- 3.4.2. Функциональные критерии представляют собой инженерные метрики, выраженные в детерминированной или вероятностной форме (например, измерения пожарного риска) с целью определить, было ли выполнено каждое функциональное требование проекта пожарной безопасности. Функциональные критерии представляют собой количественные инженерные измерения, которые могут быть изложены явно или неявно, и должны учитывать надежность и эффективность.

3.4.3. Явные функциональные критерии

- 3.4.4. Для каждого функционального требования должны разрабатываться явные функциональные критерии. Например, функциональное требование «ни один проектный сценарий пожара не должен допускать неприемлемой деформации конструкции до завершения эвакуации и работы пожарных подразделений», как правило, преобразуется в количественные критерии огнестойкости конструкции до завершения прогнозируемой или вероятностной эвакуаций людей и необходимых работ пожарных подразделений. Кроме того, функциональное требование «проектный сценарий пожара не должен допускать вредного воздействия пожара в помещениях, используемых для эвакуации, до ее завершения», как правило, преобразуется в количественные критерии видимости и концентрации ядовитых веществ (например, окиси углерода) и раздражающих газов на протяжении эвакуации и работы пожарных подразделений.

3.4.5. Неявные функциональные критерии

- 3.4.6. Если невозможно согласовать явные функциональные критерии или оценка основывается на предположениях, то можно сопоставить производительность альтернативного плана проекта с его прогнозируемой или известной или вероятной производительностью в соответствии с требованиями предписывающих норм, используя специальные элементы пожарно-технического анализа. В этом случае критерии выполнения отдельных функций проекта являются неявными и могут быть получены только из вычислений (прогнозов) или из испытаний с опорной шкалой (известным поведением) или из данных статистических исследований (установленная вероятность) о производительности эталонного плана проекта, в котором предписаны основные элементы проекта.

4. ПРОБНЫЙ ПРОЕКТ

4.1. Выявление опасных факторов

- 4.1.1. Выявление опасных факторов включает в себя установление как внутренних, так и внешних опасных факторов, а именно, тех, которые могут оказывать воздействие на здания и сооружения, опасных факторов, присущих конкретному виду имущества и общих для многих видов имущества, горючих материалов или изделий, оборудования и других источников тепла, опасностей, связанных с природными явлениями и прочей деятельностью.

4.1.1.1. Внутренние опасные факторы должны учитывать, по меньшей мере, следующее:

- строительные материалы и изделия;
 - оборудование для нормальной эксплуатации и пожарной безопасности;
 - назначение здания или сооружения и связанная с ним его эксплуатация;
 - тип деятельности или использования.
- е) Внешние опасные факторы должны учитывать, по меньшей мере, следующее:
- соседние виды деятельности;
 - внешние опасные факторы окружающей среды.

- 4.1.2. При выявлении опасных факторов могут быть использованы данные случаев пожаров, применимые к аналогичным видам зданий и сооружений или условиям окружающей среды.

4.2. Концепция пожарно-технического анализа

- 4.2.1. Пробный план пожарно-технического анализа (независимо от того, получен он с использованием детерминированного анализа пожарного риска или с помощью других средств) является разработкой стратегии пожарной безопасности и состоит из набора элементов проекта пожарной безопасности.

- 4.2.2. Эта концепция должен быть описан и задокументирован в отчете проекта пожарной безопасности. Он должен предоставлять достаточно подробную информацию, позволяющую произвести оценку его соответствия целям пожарной безопасности в отношении проектных сценариев пожара (п. 5), что также должно быть отражено в отчете проекта пожарной безопасности. План пожарно-технического анализа может определять все функции зданий и сооружений в соответствии со стратегией пожарной безопасности или может определять некоторые из них, такие, как решения, основанные на предположениях. Однако, независимо от ситуации, при анализе необходимо учитывать взаимодействие между всеми частями.
- 4.2.3. В стандартах ISO/TR 13387 [13.1.7] и BS 7974 [13.1.59] приводится наглядное разделение функций и элементов проектирования на подсистемы (SS):
- a) SS1: возгорание и выделение продуктов горения;
 - b) SS2: распространение пожара и продуктов горения;
 - c) SS3: деление на пожарные отсеки и устойчивость строительной конструкции;
 - d) SS4: обнаружение пожара, включение систем пожарной защиты и тушение;
 - e) SS5: поведение и эвакуация людей;
 - f) (SS6: тушение пожара и аварийно-спасательные работы).

4.3. Сценарии развития пожара и поведения людей

4.3.1. В первую очередь сценарии, как правило, включают в себя описание опасных факторов. Необходимо, чтобы выявление опасных факторов (п. 4.1) проводилось методично и организованно (с использованием существующих методов), чтобы не допустить упущений.

4.3.2. В соответствии с данным методом выявления опасных факторов могут быть разработаны два вида сценариев:

- a) сценарии развития пожара;
- b) поведенческие сценарии (поведение людей), учитывающие здоровье и безопасность жизни, а также возможное воздействие на развитие пожара, связанное с некоторыми аспектами сценариев пожара.

4.3.3. Определение потенциальных сценариев пожара

4.3.4. Первым шагом в разработке сценария пожара является описание событий, связанных с источником возникновения пожара. После того, как пожар начался, могут происходить события, связанные с работой систем пожарной защиты (пожаротушения и/или противоподымной защиты), направленные на ограничение воздействий пожара. И наконец, сценарий характеризуется с точки зрения последствий пожара и вероятности или частоты возникновения этих последствий.

4.3.5. В некоторых случаях отказ одного компонента системы пожарной защиты может негативно отразиться на эффективности другого компонента. Например, открытая пожарная дверь не только является неэффективной преградой для распространения пожара, но также может привести к отказу газовой системы пожаротушения, в результате потери огнетушащего вещества. Другим примером является землетрясение, которое во многих случаях является причиной возникновения пожара, в то же время, приводя к отказу спринклерной системы и нарушению границ пожарных отсеков, что препятствует тушению этих пожаров. Следует проявить особую осторожность, чтобы убедиться, что любые подобные множественные отказы, вызванные одним событием или аварией посредством взаимозависимостей, были выявлены и учтены при разработке сценариев пожара.

4.3.6. Выбор сценариев проектного пожара

4.3.7. Для выявления управляемой группы сценариев проектного пожара в целях анализа следует использовать стандартизированный метод. Необходимы консультации с заинтересованными/запрашиваемыми сторонами, чтобы убедиться, что были учтены все соответствующие сценарии. Если функциональные критерии представлены вероятностно, то сценарии проектного пожара должны быть выбраны таким образом, чтобы основанных на них вычислений было достаточно для проведения приемлемой точной оценки необходимых противопожарных мер. Если функциональные критерии представлены детерминированно, то сценарии проектного пожара должны быть выбраны таким образом, чтобы проект, демонстрирующий приемлемый уровень безопасности для этих сценариев, обеспечивал приемлемый уровень безопасности для всех сценариев, включая те, что не были проанализированы.

4.3.8. Выбор сценариев проектного пожара может быть осуществлен путем качественного (или количественного) анализа риска.

4.3.9. Процесс качественной оценки пожарного риска подходит для определения и выбора группы сценариев проектного пожара, представляющих собой сложную задачу для всех сформулированных функциональных требований, если:

- 4.3.9.1. основные элементы планов расчета, включая пассивную и активную системы противопожарной защиты, уже определены (владельцами или другими заинтересованными/запрашиваемыми сторонами);

- 4.3.9.2. потенциальные воздействия пожаров на здания или сооружения, согласованы со всеми заинтересованными/заатрагиваемыми сторонами и включают только убытки, которые являются приемлемыми (например, по количеству людей или стоимости имущества, подвергающихся опасности, и т.д.)
- 4.3.10. При качественном анализе в этом процессе выбора должны использоваться вероятность и последствия для характеристики каждого сценария пожара.
- 4.3.11. Количественная оценка пожарного риска подходит в качестве метода выбора сценариев проектного пожара и даже расчетных элементов, если:
- 4.3.11.1. решения относительно важнейших элементов планов расчета, включая пассивную и активную системы пожарной защиты, не были приняты (владельцами или другими заинтересованными/заатрагиваемыми сторонами);
- 4.3.11.2. признано, что потенциальные воздействия пожаров на здания или сооружения не подпадают под нормативное регулирование.
- 4.3.12. При такой оценке пожарного риска широкий спектр возможных сценариев пожара анализируется количественно, чтобы установить меры общего пожарного риска. Количественная оценка пожарного риска позволяет выбрать основные проектные элементы, необходимые для снижения общего пожарного риска (активные, например, спринклерная система пожаротушения или пассивные, например, деление на пожарные отсеки или прочие элементы). В качестве прямого результата количественной оценки пожарного риска из группы всех проанализированных пожарных сценариев могут быть выявлены сценарии проектного пожара, которые имеют решающее значение для общего пожарного риска.
- 4.3.13. **Выбор сценариев поведения людей**
- 4.3.14. В отношении цели обеспечения безопасности жизни пожарно-технический анализ требует оценки относительно того, защищены ли люди на протяжении времени от момента возгорания до достижения ими безопасного места.
- 4.3.15. Расположение людей внутри здания в любой момент времени и их перемещение с течением времени в нормальном режиме эксплуатации и в аварийных ситуациях зависят от взаимодействия различных параметров, связанных с характеристиками здания и людей, предположенной для здания системы обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации и развивающегося сценария пожара.
- 4.3.16. Для того чтобы учесть вероятность и последствия возможных сценариев пожара, необходимо определить классы людей, которые могут находиться в здании. Реакция людей в условиях пожара зависит от целого ряда переменных, обусловленных характеристикой людей, включая их количество, распределение внутри здания в разное время, знакомство со зданием, мобильность, реакцию на дым и другие физиологические воздействия, которые могут оказывать на них продукты горения; поведение и другие свойства; характеристики здания, включая его использование, планировку и инженерные системы; наличие системы оповещения, безопасных выходов и стратегии обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации; взаимодействие всех этих особенностей с развивающимся сценарием пожара и обеспечение доступа пожарных служб (пожарных подразделений и спасательных средств).
- 4.3.17. Эти свойства формируют сценарии поведения людей, подлежащие рассмотрению при оценке проекта. Проектные сценарии поведения людей могут отображать условия в одном помещении или группе аналогичных помещений внутри здания или сооружения. Любая конструкция может включать множество различных сценариев поведения людей, подлежащих рассмотрению во время эвакуации при пожаре. Небольшое количество проектных сценариев поведения людей может использоваться для отображения условий в различных помещениях в широком диапазоне конструкций, хотя в определенных случаях отдельные сценарии могут несколько варьироваться.
- 4.3.18. Проанализировать все сценарии не представляется возможным даже с помощью самых изощренных вычислительных методов. Необходимо свести бесконечное множество возможных вариантов к контролируемому небольшому набору сценариев, которые поддаются анализу и в совокупности представляют собой набор сочетаний характеристик людей, которые могут находиться в помещении.

4.4. Выбор инженерных методов и предварительный отчет

- 4.4.1. Необходимо выбрать инженерные методы для оценки соответствия предполагаемого или существующего плана проекта целям пожарной безопасности. Данный процесс выбора включает в себя оценку точности и эффективности инженерных метод(ов), как показано ниже, при демонстрации выполнения функциональных критериев результате одного или нескольких сценариев проектного пожара.
- 4.4.2. Детерминированный подход, как правило, основывается на оценке тяжести последствий каждого сценария проектного пожара и сравнивается с пороговыми значениями, выражающими

функциональные критерии. Относительная вероятность сценариев не учитывается явно, однако по отдельности могут оцениваться другие вероятностные соображения, такие как надежность.

- 4.4.3. Оценка пожарного риска в плане проекта пожарной безопасности состоит из анализа рисков и количественного сочетания вероятности и тяжести ущерба, прогнозируемых в результате реализации расчета, в сочетании с оценкой приемлемости этих рисков.
- 4.4.4. Необходимо досконально соблюдать руководство по валидации и верификации расчетных методов и по оценке, определяющей, является ли данный расчетный метод пригодным.
- 4.4.5. Пожар может оказывать множество воздействий на здание, его обитателей и окружающую среду. Необходимо провести валидацию уравнений и моделей, используемых для прогнозирования этих воздействий.
- 4.4.6. В методах расчета, которые состоят из алгебраических уравнений и компьютерных моделей, применяемых к конкретным пожарным явлениям (например, пожар пролива, потолочная струя, дымовой слой, вентиляционный поток или рост пожара), можно провести разграничение между разработанными уравнениями, которые подлежат валидации, и уравнениями/моделями, которые уже прошли валидацию, в частности, уравнения, опубликованные в международных стандартах или технических требованиях. Необходимо, чтобы любое уравнение или модель использовались только в пределах своей области достоверности (валидации), в противном случае необходимо предоставлять обоснование.
- 4.4.7. **Данные испытаний и исследований**
- 4.4.8. Данные испытаний или экспериментов и исследований, как правило, используются в качестве входных данных для различных типов инженерных методов с целью определения вероятности оценки пожарного риска.
- 4.4.9. Необходимо продемонстрировать, что данные метода испытаний или исследований отвечают конкретным требованиям соответствующего инженерного метода или используемой методики оценки пожарного риска, пригодны и соответствуют рассматриваемому проекту.
- 4.4.10. Необходимо продемонстрировать, что данные метода испытаний или исследований отвечают конкретным требованиям к надежности (например, измерение повторяемости и воспроизводимости) и требованиям к точности, которые задокументированы в методе испытаний или стандартах по исследованиям.
- 4.4.11. **Анализ результатов сопоставимых пожарных испытаний.**
- 4.4.12. При отсутствии расчетных методов или их недействительности, ввиду сложности рассматриваемых явлений, оценка проекта может быть проведена на основе анализа результатов пожарных испытаний сопоставимого масштаба, сравнимого (на основе инженерной оценки) с наибольшим размером здания или сооружения, который может влиять на результаты. Подобного рода испытания, предназначенные для воспроизведения всех важных особенностей поведения пожара в интересующих обстоятельствах, должны быть обозначены как сопоставимые пожарные испытания. Результаты данного типа пожарных испытаний должны быть проанализированы, чтобы продемонстрировать, что сделанные выводы применимы к соответствующей проектной ситуации и что такие выводы не представляют собой необоснованную экстраполяцию данных испытаний. Такие испытания ограничены простой конфигурацией здания или сооружения или его частей.
- 4.4.13. **Инженерная оценка**
- 4.4.14. Если вычислительные методы и/или данные недоступны (или не полностью пригодны), а проведение испытаний с помощью опорной шкалы не представляется возможным из-за ограниченности ресурсов, то может потребоваться проведение инженерной оценки для согласования используемых данных или для определения соответствия конкретных частей проекта пожарной безопасности целям, путем выполнения функциональных критериев. Желательно, чтобы эта работа выполнялась командой специалистов с участием лиц с опытом и знаниями в соответствующих областях.
- 4.4.15. **Предварительный качественный отчет**
- 4.4.16. На данном этапе оценки при выборе используемых сценариев проектного пожара и инженерных методов для оценки необходимо документировать информацию, содержащуюся в предварительном качественном отчете, который также должен включать выбранную область применения проекта, цели пожарной безопасности, функциональные требования и функциональные критерии.
- 4.4.17. Предварительный отчет должен быть согласован с заинтересованными/затрагиваемыми сторонами, особенно, с уполномоченными органами в случае если затрагиваются нормируемые цели пожарной безопасности.
- 4.4.18. После полученных замечаний от заинтересованных/затрагиваемых сторон может потребоваться внесение изменений в одном или нескольких пунктах предварительного отчета.

5. ОЦЕНКА ПРОБНОГО ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ СЦЕНАРИЕВ

- 5.1.1. Оценка плана пробного проекта пожарной безопасности должна выполняться путем проведения технического анализа с применением инженерных методов с целью определить, достигаются ли количественные критерии реализации для каждого проектного сценария пожара.
- 5.1.2. Данная оценка количественно определяет производительность пробного проекта. В зависимости от того, выражены ли критерии оценки эффективности определенно или вероятностно, при оценке могут использоваться конкретные вычисления для каждого проектного сценария пожара или вероятностные представления этих вычислений применительно к целому ряду сценариев проектного пожара.

5.2. Количественный анализ сценариев проектного пожара

5.2.1. Входные данные

- 5.2.2. Данные необходимы для определения проектного пожара с достаточной точностью с целью его применения для каждого сценария проектного пожара и количественной оценки последствий этих сценариев. Данные могут быть получены в результате испытаний и/или исследований или из литературы.

- 5.2.3. Необходимо тщательно проверять данные, полученные в результате испытаний и исследований, на предмет:

- a) обоснования методологии, с помощью которой были получены данные;
- b) диапазона применения испытаний и результатов исследования;
- c) неопределенностей, связанных с ними.

- 5.2.4. В большинстве случаев рекомендуется регулировать набор данных, используя их при сравнении результатов вычислительного метода с подтвержденными экспериментальными или статистическими результатами.

- 5.2.5. Данные, заимствованные из литературы, должны подвергаться той же верификации, что данные испытаний и исследований.

5.2.6. Оценка последствий

- 5.2.7. Необходимо определить последствия каждого сценария проектного пожара с учетом производительности (например, эффективности, уровня доверия, времени отклика) систем противопожарной защиты и любых взаимодействий между системами пожарной безопасности и силой пожара.

- 5.2.8. При оценке здоровья и безопасности жизни необходимо принимать во внимание сценарии поведения людей.

- 5.2.9. Данная оценка должна учитывать:

- 5.2.9.1. определение поведения пожара. Оценка сценариев проектного пожара посредством детерминированного анализа или оценки всех вероятностно представленных сценариев пожара при оценке пожарного риска должна включать следующие аспекты поведения пожара:

- 5.2.10. рост проектного пожара в зданиях и сооружениях,

- a) перемещение продуктов горения, вызванные проектным пожаром в зданиях и сооружениях,
- b) функционирование и надежность активных систем пожарной безопасности,
- c) функционирование и надежность пассивных систем пожарной безопасности,
- d) эффективность обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации;

- 5.2.10.1. определение воздействий пожара. Оценка поведения пожара с учетом соответствующих целей должна быть выполнена, выявляя последствия пожара для:

- a) безопасности жизни,
- b) собственности,
- c) непрерывности деятельности,
- d) охраны окружающей среды,
- e) сохранения культурного наследия.

5.2.11. Оценка частоты событий

- 5.2.12. Для каждого рассматриваемого сценария проектного пожара необходимо провести соответствующую подробную оценку вероятности его возникновения.

5.2.13. Коэффициенты безопасности и неопределенность

- 5.2.14. Оценке плана проекта пожарной безопасности, как любой другой инженерной оценке, присущи многие источники неопределенности. Они могут включать неопределенности, связанные с:

- 5.2.14.1. выбором и определением сценария(ев);

- 5.2.14.2. функционированием мер противопожарной защиты;

- 5.2.14.3. выбором соответствующих инженерных методов для выбранного сценария;
 - 5.2.14.4. обоснованностью выбранного инженерного метода;
 - 5.2.14.5. значением входных данных и выбранных параметров;
 - 5.2.14.6. допущениями, сделанными в рамках анализа.
- 5.2.15. Величина неопределенности по каждому компоненту оценки должна быть количественно определена и суммирована, чтобы установить общий уровень неопределенности. Общий уровень неопределенности обеспечивает основу для выбора коэффициентов безопасности (или надежности) для применения.
- 5.2.16. Многие неопределенности явно количественно определяются при вероятностном анализе.
- 5.2.17. На данном этапе не представляется возможным количественно оценить уровни неопределенности для всех этапов процесса расчета, также не существует общепринятой методологии их объединения.
- 5.2.18. Любые коэффициенты безопасности, заложенные в предполагаемое решение, включают некоторую степень экспертной оценки со стороны инженера-разработчика и, следовательно, лиц, ответственных за оценку и утверждение решения. По возможности, это решение должно основываться на понимании основы и ограничений выбранных сценариев, моделей и данных и должно быть четким с точки зрения отчетности и представления окончательного проекта.
- 5.2.19. В ответственных случаях реальных объектов, где проект основан на одном лишь аналитическом выражении, для получения коэффициентов безопасности (частных коэффициентов), соответствующих заранее установленному уровню риска или разрушения, были разработаны методы в области проектирования конструкции и других инженерных областях. Этот метод, как правило, именуется «проектирование на основе надежности», и он предполагает, что соответствующие неопределенности вычисляются статистически. Общее описание методологии приводится в ISO/TR 13387-1:1999 [\[13.1.10\]](#), приложение E.

5.3. Сравнение с функциональными критериями

- 5.3.1. Необходимо сравнивать результаты оценки проекта пожарной безопасности для каждого сценария проектного пожара на предмет последствий и частоты возникновения, а также с функциональными критериями для соответствующих целей пожарной безопасности. Если сравнение является неудовлетворительным для одной или нескольких целей/сценариев проектного пожара, возможны следующие ответные действия:
- a) Пробный проект должен быть изменен в соответствии с функциональными критериями, которые не были соблюдены в первоначальном пробном проекте. Любые изменения, внесенные в план проекта пожарной безопасности, связанные с действиями в [п. 5](#), должны приводить к повторению процедур, перечисленных в [пп. 4–5](#).
 - b) Когда рассматриваемая цель является произвольной, представляется возможным изменить цель или функциональные критерии с обоснованного согласия заинтересованных/затрагиваемых сторон.
 - c) В некоторых ситуациях может возникнуть необходимость пересмотреть область применения расчета. В этом случае процесс должен быть возвращен к [п. 2.2](#).

6. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТ ПО ПРОЕКТУ

6.1. Проектная документация

6.1.1. Основные положения

6.1.2. Должны быть составлены три различных типа документации:

- a) отчет об условиях использования зданий и сооружений;
- b) отчет о выполненном пожарно-техническом анализе, в соответствии с заданными и/или полученными условиями использования зданий и сооружений;
- c) руководство по процедурам использования здания или сооружения в течение его жизненного цикла.

6.1.3. Отчет о выполненном пожарно-техническом анализе

6.1.4. Этот отчет должен четко и полностью объяснять основы оценки (включая все предположения) и должен включать как минимум следующее:

- a) область применения проекта;
- b) содержание предварительного отчета по качественной оценке (см. [п. 4.4.15](#)) или ссылку на него;
- c) описание стратегии пожарной безопасности;
- d) описание инженерных методов и входных данных, используемых для оценки и обоснования сделанного выбора;

- e) различные этапы оценки сценариев пожаров и результатов расчетов;
- f) сравнение результатов с функциональными критериями;
- g) общее заключение.

6.1.5. Условия использования здания или сооружения

6.1.6. Условия использования здания или сооружения в соответствии с предположениями, сделанными в проекте, должны быть указаны в отчете. Это служит информацией для владельцев зданий и сооружений и руководителей эксплуатирующей организации на протяжении всего жизненного цикла объекта. Данный отчет должен включать:

6.1.6.1. описание здания или сооружения и его характеристик, в случае со зданием, например:

- a) число этажей и площадь каждого этажа,
- b) расположение здания, относительно границ участка и улиц,
- c) использование здания или сооружения,
- d) назначение/функция и размеры каждой части здания или сооружения,
- e) описание расположения всех конструктивных элементов, внутренней отделки, декоративных элементов, оборудования и горючих материалов,
- f) для промышленных установок, описание и анализ технологических процессов,
- g) количество людей, находящихся в каждом помещении,
- h) пути доступа для вмешательства пожарных служб,
- i) расположение и характеристики зон безопасности,
- j) пути эвакуации,

6.1.6.2. перечень допущений в оценке, которые необходимо соблюдать, например:

- a) верхняя граница и расположение пожарной нагрузки,
- b) верхняя граница и расположение людей,
- c) активные меры противопожарной защиты (включая меры по тушению пожара объектовой пожарной охраной),
- d) пассивные меры противопожарной защиты,
- e) учебные эвакуации,
- f) надзор и техническое обслуживание.

6.1.7. Процедуры осмотра и технического обслуживания

6.1.8. Отчет должен включать:

- a) выполняются ли первоначальные входные данные (например, изменение назначения, изменение пожарной нагрузки, увеличение количества горючих материалов и т. п.);
- b) какие системы защиты требуют периодической проверки и технического обслуживания, а также, каким образом и когда это необходимо их проводить.

6.2. Общее описание проекта

6.2.1. Все три вида отчета, приведенные в [п. 6.1](#), должны быть полностью согласованы с заинтересованными/затрагиваемыми сторонами, чтобы гарантировать, что все требования были учтены и окончательный план проекта выполняет все задачи пожарной безопасности.

6.3. Утверждение надзорными органами

6.3.1. В отношении нормативных целей пожарной безопасности, как правило, необходимо согласование с уполномоченными органами. В таком случае должен предоставляться отчет по окончательной оценке наряду с двумя другими отчетами, если это необходимо. Уполномоченный орган может предоставить свои замечания напрямую или запросить экспертную оценку окончательного расчета третьей стороной. Экспертная оценка третьей стороной может потребовать проведения дополнительной оценки и/или внесения изменений в окончательный проект. В таком случае процесс должен быть проведен повторно для измененных частей проекта.

7. ВНЕДРЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

7.1. Выявление и внесение изменений

7.1.1. Необходимо подготовить доклад о верификации строительства/производства.

7.1.2. При необходимости отступить от окончательного проекта, эти отступления должны быть отражены в документации. В зависимости от воздействия на пожарную безопасность, может потребоваться их согласование с заинтересованными/затрагиваемыми сторонами или уполномоченными органами.

7.1.3. В случае каких-либо сомнений относительно возможных последствий отступления от плана проекта необходима консультация с инженером пожарной безопасности, принимающим участие в оценке.

7.2. Проверка соответствия зданий и сооружений требованиям пожарной безопасности

7.2.1. Подтверждение или свидетельство о том, что изделия, используемые в строительстве, или материалы, используемые в производстве, соответствуют предположениям, сделанным в ходе оценки пожарной безопасности, должны быть предоставлены и надлежащим образом сертифицированы, где это применимо.

7.2.2. В ряде отдельных случаев, в которых были определены приемочные испытания, подтверждающие ожидаемое срабатывание, например, автоматической системы пожаротушения или системы обнаружения пожара, данные испытания должны быть проведены и отражены в отчете.

7.2.3. Необходимо предоставить подтверждение или свидетельство о том, что строительство и производство выполняются в соответствии с проектной документацией.

7.3. Обновление проектной документации

7.3.1. При отступлении от плана проекта при строительстве зданий и сооружений необходимо внести обновленные данные в заключительные отчеты, приведенные в [п. 6](#).

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И НАДЗОРЕ

8.1. Основные положения

8.1.1. После того, как проект пожарной безопасности был внедрен в зданиях и сооружениях обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации и независимый надзор должны осуществляться на протяжении всего жизненного цикла здания или сооружения. Процессы обеспечения пожарной безопасности и надзора должны гарантировать, что применяемые сценарии проектного пожара, используемые инженерами пожарной безопасности всегда актуальны.

8.2. Обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации

8.2.1. Процедуры обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации играют важнейшую роль в предотвращении пожаров и борьбе с пожарами, эвакуации людей и техническом обслуживании систем пожарной безопасности. В некоторых типах помещений, в частности, занимаемых большим количеством людей, эффективные процедуры обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации имеют решающее значение для скорейшей и организованной эвакуации. Об эффективности мер обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации свидетельствуют сниженная вероятность возникновения пожара и повышенная вероятность успешной эвакуации.

8.2.2. Следует учитывать вероятность сбоев в процедурах обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации и системах противопожарной защиты. Это особенно важно, поскольку зачастую трудно поддерживать эффективное функционирование процедур обеспечения пожарной безопасности на протяжении всего срока службы здания или сооружения. Эффективными средствами учета могут послужить руководство по пожарной безопасности или информационная система пожарной безопасности для учета технического обслуживания систем противопожарной защиты, а также контрольный перечень надлежащих процедур в чрезвычайных ситуациях. Кроме того, должны проводиться внутриведомственные инспекционные процедуры.

8.2.3. Важным элементом успешного обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации является эффективная связь с персоналом пожарной службы на протяжении жизненного цикла здания или сооружения. Такая связь должна включать предварительное планирование пожара, в соответствии с текущими условиями, например, персонал пожарной службы должен быть знаком с расположением опасных факторов пожара и работой систем противопожарной защиты.

8.3. Независимый контроль и надзор

8.3.1. В случаях, когда независимый контроль процедур противопожарной защиты и обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации осуществляется регулярно, например, не менее одного раза в год, разумно предположить, что системы противопожарной защиты и процедуры эвакуации с большей вероятностью будут работать эффективно, чем в отсутствии регулярного независимого контроля. В здании или сооружении, которое не подлежит независимому контролю, могут потребоваться дополнительные меры противопожарной защиты для достижения приемлемого уровня безопасности.

8.3.2. Если изменения в использовании, населенности или пожарной нагрузке, или ремонте или реконструкции зданий или сооружений определяются в ходе независимого надзора или другими способами как существенные, то процесс проектирования пожарной безопасности должен быть

возобновлен или пересмотрен, начиная с [п. 3](#) или [п. 4.1](#), с учетом всех заинтересованных/затрагиваемых сторон. Желательно включить элементы или устройства проекта пожарной безопасности, предотвращающие неправильное использование или превышенную населенность объекта без соответствующего уведомления всех заинтересованных/затрагиваемых сторон.

9. СЦЕНАРИИ ПРОЕКТНОГО ПОЖАРА

9.1. Роль сценариев проектного пожара в пожарно-техническом анализе

- 9.1.1. Сценарии проектного пожара представляют собой основу детерминированных оценок пожарно-технического анализа. Эти оценки предшествуют анализу сценариев проектного пожара и получению выводов по результатам с точки зрения соответствия предлагаемого проекта установленным функциональным критериям. Выявление подходящих сценариев, требующих анализа, имеет решающее значение для достижения характеристик здания и сооружения, отвечающих целям пожарной безопасности.
- 9.1.2. Следует отметить, что может быть поставлено сразу несколько целей пожарной безопасности, включая безопасность жизни, защиту собственности, непрерывность деятельности и охрану окружающей среды, и что для оценки соответствия предлагаемого проекта каждой цели может потребоваться разный набор сценариев проектного пожара.
- 9.1.3. На практике количество возможных сценариев пожара в зданиях и сооружениях приближается к бесконечности. Не представляется возможным проанализировать все сценарии даже с помощью самых изощренных вычислительных методов. Необходимо свести бесконечное множество возможных вариантов к небольшому контролируемому набору сценариев проектного пожара, поддающемуся анализу и представляющему собой ряд пожаров, которые могут вызвать затруднения в техническом проекте, являющемся предметом анализа.
- 9.1.4. Каждый сценарий проектного пожара выбирается в качестве представителя группы сценариев пожара с высокой степенью риска. Риск, связанный с группой сценариев, характеризуется с точки зрения вероятности (или допустимости) возникновения группы сценариев и соответствующих последствий: как правило, в виде произведения вероятности и последствий. В целях настоящего стандарта, где представлена детерминированная оценка, достаточно качественной оценки вероятности и последствий.
- 9.1.5. После выбора сценариев проектного пожара в проект здания или сооружения вносятся изменения до тех пор, пока анализ не покажет, что оцениваемый пожарный риск, связанный с проектом приемлемо низок и соответствует критериям производительности, связанным с соответствующей целью (целями) пожарной безопасности.
- 9.1.6. Важно продемонстрировать, что сценарии пожара и связанные с ними группы сценариев, НЕ выбранные для прямого анализа, не отразились бы на выводах, даже если бы они были включены в анализ. Во-первых, проводится сравнение между суммарным риском выбранных сценариев и групп, и суммарным риском отсеянных сценариев и групп. Если последний риск существенно меньше первого, это свидетельствует о том, что выбранные сценарии управляют суммарным риском и могут справедливо использоваться для отображения этого риска. Если последний меньше первого, но не значительно, то необходимо, чтобы суммарный риск выбранных сценариев был не только меньше соответствующего порога для допустимого риска, но и меньше доли этого порога, которая отображает долю суммарного риска, представленную выбранными сценариями. Достаточно провести очень грубый расчет, чтобы установить эту отметку. И, как правило, достаточно сосредоточиться на размере последствий, при этом допуская возможность, что вероятность их наступления не так уж низка. Во-вторых, могут присутствовать отсеянные сценарии со значительными последствиями, но демонстрирующие приемлемо низкий уровень риска в силу допустимо низкой вероятности возникновения. Необходимо обратить особое внимание на эти сценарии, поскольку тяжелые последствия, если они наступят, несмотря на низкую вероятность, будут понесены обществом. В-третьих, возможно наличие отсеянных сценариев с существенным риском, который не может быть снижен средствами, доступными специалистам. Эти сценарии могут быть смягчены с помощью стратегий, выходящих за рамки анализа, или может потребоваться подтверждение того, что суммарный риск выбранных и отсеянных сценариев остается приемлемым.
- 9.1.7. В ходе качественного анализа проекта необходимо идентифицировать значимые сценарии проектного пожара. На этом этапе можно отсеять сценарии, которые имеют настолько низкую степень риска, что они не могут, по отдельности или совместно, повлиять на общую оценку проекта. Важно помнить, что незначительные последствия в сочетании с высокой вероятностью или тяжелые последствия в сочетании с низкой вероятностью могут представлять собой высокую или низкую степень риска, в зависимости от того, преобладает следствие или вероятность. Ни вероятность, ни последствие не могут использоваться по отдельности для отсеивания риска (см. [п. 9.5.28](#)).

9.1.8. Характеристика сценария проектного пожара с целью анализа включает в себя описание таких явлений, как возгорание, развитие пожара и затухание, наряду с предполагаемыми путями распространения дыма и огня при определенном наборе условий. Воздействие факторов пожара на людей, имущество, несущую конструкцию и окружающую среду является частью потенциально значимых последствий сценария проектного пожара и частью характеристики данного сценария в случаях, когда эти последствия относятся к указанным целям пожарной безопасности. Характеристики развития пожара, распространения огня и дыма, тушения пожара и воздействий факторов пожара, включая временные последовательности событий, являются частью «проектного пожара». Некоторые более поздние события могут предсказываться на основе более ранних событий с использованием знаний науки о пожарной безопасности, поэтому важно, чтобы характеристика последовательности событий в сценарии согласовывалась с этими научными знаниями.

9.2. Роль проектных пожаров в пожарно-техническом анализе

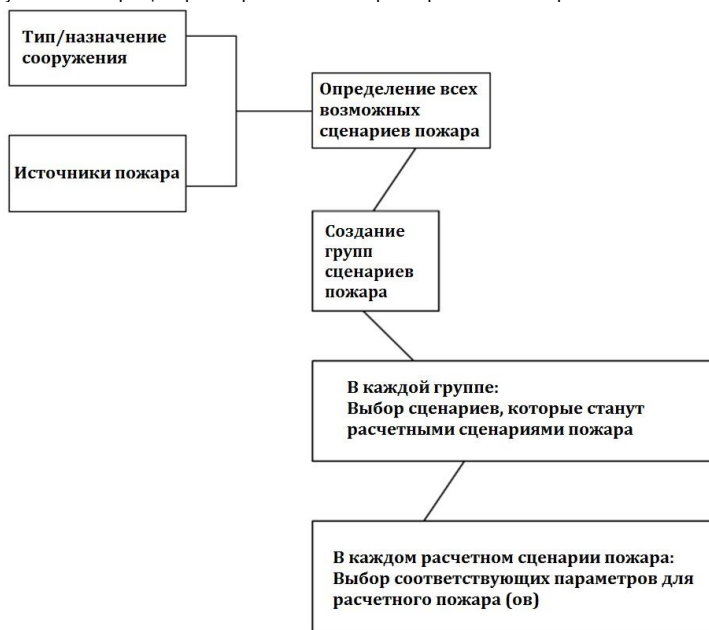
9.2.1. После идентификации сценариев проектного пожара необходимо описать предполагаемые характеристики пожара, на которых основан количественный анализ сценария. Эти предполагаемые характеристики пожара и связанное с ними дальнейшее развитие пожара называют «проектным пожаром».

9.2.2. Как и в случае со сценарием проектного пожара, важно, чтобы проектный пожар соответствовал целям пожарной безопасности. Например, если целью является оценка системы дымоудаления, то должен быть выбран проектный пожар, который проверяет работу этой системы. Если тяжесть проектного пожара недооценена, то применение инженерных методов для прогнозирования последствий пожара в другой области может дать результаты, которые не будут в полной мере отражать воздействие пожара и будет недооценивать его опасные факторы. И напротив, если тяжесть проектного пожара завышена, это может привести к чрезмерным расходам.

9.3. Выбор сценариев проектного пожара и проектных пожаров

9.3.1. Методология выбора сценариев проектного пожара и проектных пожаров, описанных в данных технических условиях, приводится на рисунке ([п. 9.3.2](#)).

9.3.2. Рисунок — Выбор сценариев проектного пожара и проектных пожаров



9.4. Характеристики сценариев пожара

9.4.1. Каждый сценарий пожара представлен уникальной последовательностью событий и обстоятельств, а также определенным набором обстоятельств, связанных с мерами области пожарной безопасности. Последние устанавливаются проектом пожарной безопасности, в то время как

первые является тем, что необходимо указать, чтобы дать характеристику сценария. Соответственно, сценарий пожара представляет собой определенную комбинацию событий и обстоятельств, связанных с непроектными факторами, такими как:

- a) тип пожара (тлеющий, локализованный, после вспышки...);
 - b) внутренние условия вентиляции;
 - c) внешние условия окружающей среды;
 - d) статус каждой из мер пожарной безопасности, в том числе активной и пассивной систем пожаротушения;
 - e) тип, размер и расположение источника пожара;
 - f) распределение и тип горючих материалов;
 - g) плотность пожарной нагрузки;
 - h) обнаружение, оповещение и тушение пожара не автоматическими средствами, а людьми;
 - i) положение дверей;
 - j) разрушения окон, если это не учтено в методе расчета проектного пожара.
- 9.4.2. Прочие факторы, которые могут быть элементами некоторых проектов, расцениваются как не-проектные факторы, если они не выбраны для конкретного проекта, например, следующие:
- a) варианты обстановки и отделки, конструкционных материалов и методов строительства, внутренней и внешней отделки, влияющие на распределение и тип горючих материалов или плотность пожарной нагрузки;
 - b) автоматическая система обнаружения и пожарная сигнализация;
 - c) тушение пожара;
 - d) самозакрывающиеся двери или другие самостоятельные элементы деления на пожарные отсеки;
 - e) вентиляционная система или система дымоудаления в здании.
- 9.4.3. Другие факторы, которые всегда расцениваются как элементы проекта, включают следующие:
- a) выполнение каждой из мер пожарной безопасности;
 - b) надежность каждой из мер пожарной безопасности.

9.5. Идентификация сценариев пожара

9.5.1. Основные положения

9.5.2. Рекомендуется применять системный подход к идентификации сценариев пожара для проведения анализа, чтобы идентифицировать значимые сценарии и обеспечить последовательный подход для различных специалистов по анализу. Число возможных сценариев пожара в здании или сооружении может быть очень велико, и их исчисление не представляется возможным. Поэтому необходимо, сократить их количество до приемлемого набора сценариев пожара, который поддается анализу. При детерминированной оценке выбирается контролируемый набор сценариев проектного пожара. Для оценки полного риска, как описано в ISO 16732 [13.1.9], большое количество проектных пожаров объединяется в набор групп сценариев.

9.5.3. Важно, чтобы сценарии проектного пожара соответствовали целям инженерной задачи пожарной безопасности.

9.5.4. Процесс ранжирования риска обеспечивает хорошую основу для выбора сценариев проектного пожара. Такой процесс учитывает и следствие, и вероятность сценария. Это означает, что методы оценки пожарного риска могут быть применены к выбору сценариев проектного пожара для детерминированного анализа. Ключевые аспекты процесса ранжирования риска, поэтапно разъясненные ниже, являются следующими:

- a) выявление полного набора возможных сценариев пожара;
 - b) оценка вероятности возникновения сценария;
 - c) оценка последствий сценария;
 - d) оценка уровня риска сценариев (отражающих последствия и вероятность возникновения);
 - e) ранжирование сценариев пожара в соответствии с их уровнем риска.
- 9.5.5. Десять шагов, описанные ниже, обеспечивают системный подход к выявлению проектных сценариев пожара.
- 9.5.6. **Этап 1 – Местоположение пожара**
- 9.5.7. Этап 1, как правило, включает в себя характеристику пространства, в котором начинается пожар, а также характеристику конкретного места возгорания в пределах этого пространства.

- 9.5.8. Идентификацию наиболее вероятных мест возникновения пожара можно выполнить, используя данные пожарной статистики. В случае отсутствия статистических данных, можно провести оценку на основе имеющихся источников тепла, набора горючих материалов и присутствующих людей.
- 9.5.9. Идентификация наиболее неблагоприятных или сложных мест возникновения пожара должна сопровождаться инженерным решением. Сложными являются места, в которых особые обстоятельства способны препятствовать принятию мер пожарной безопасности. Приведены следующие примеры:
- a) пожары в местах скопления людей, чистых производственных помещениях или других помещениях с высокой плотностью уязвимых людей или незащищенным имуществом, близко расположенным к точке возгорания, или с доступом к незащищенным несущим элементам конструкции, в каждом случае при которых может быть недостаточно времени и пространства, чтобы предпринять эффективные меры противопожарной защиты;
 - b) пожары на пути эвакуации или блокирующие вход к путям эвакуации, способные задерживать или препятствовать безопасной эвакуации, и
 - c) пожары в помещениях или пространствах, включая скрытые пространства и наружные поверхности, находящиеся за пределами зоны работы систем пожарной безопасности.
- 9.5.10. Другие примеры мест, для которых могут потребоваться сценарии проектного пожара, включают:
- 9.5.10.1. внутренние:
- a) возгорание строительных материалов (сэндвич-панелей и т.п.),
 - b) пожар в помещении (в углу, на потолке, в полу, в стенах),
 - c) пожар в лестничных клетках,
 - d) пожар в кабельном лотке или канале,
 - e) пожар на крыше (под кровлей),
 - f) пожар в полости (в полости в стене, фасаде, вентиляционной камере).
- 9.5.10.2. внешние:
- a) пожар в соседнем здании или на прилегающей территории,
 - b) пожары на крышах.
- 9.5.11. Другие сценарии проектного пожара могут быть согласованы на этапе качественного анализа проекта для особых ситуаций.
- 9.5.12. **Этап 2 – Тип пожара**
- 9.5.13. Тип пожара характеризуется начальной интенсивностью и скоростью развития пожара, что может быть связано с каким-либо сочетанием первоначального источника тепла, первого воспламенившегося объекта, первого крупного воспламенившегося объекта и любых других объектов, воспламенившихся до возгорания первого крупного объекта. Это означает, что Этап 2, как правило, включает два предварительных этапа: характеристика начального возгорания и характеристика начальной стадии установившегося пожара. Если первый воспламенившийся объект сам является крупным объектом, то эти два предварительных этапа могут рассматриваться как единое целое. Однако множество пожаров начинаются с очень небольших фрагментов материалов, например, с вылившейся на плиту пищи, мусора в мусорном контейнере, скопившейся сажы в дымоходе или волокнистой пыли в сушилке для белья. В случае с этими пожарами начальное возгорание происходит не одновременно, либо близко не напоминает установившийся пожар на ранней стадии.
- 9.5.14. Статистика пожаров обеспечивает подходящую основу для идентификации начальных условий возгорания в сценариях проектного пожара наряду с вероятностями прочих возможных начальных условий возгорания. Цель данного системного подхода заключается в том, чтобы классифицировать возможные сценарии проектного пожара по принципу относительного риска. Практический способ сделать это, используя статистику пожаров и инженерные решения, можно, определив один набор сценариев пожара с высокой вероятностью и минимальными последствиями и другой набор пожарных сценариев с тяжелыми последствиями и минимальной вероятностью. На основе статистики пожаров, подходящей для рассматриваемого здания и помещения, ранжируются комбинации источников тепла и горючих материалов в соответствии с какими-либо критериями частоты и последствий, такими как:
- a) типы пожаров, на которые приходится наибольшая доля ожогов или смертельных случаев;
 - b) типы пожаров, на которые приходится наибольшая доля материального ущерба, измеренная в денежном эквиваленте;
 - c) наиболее вероятные случаи пожаров, превышающих установленный минимальный уровень, например, в случае распространения пламени за пределы помещения, где

произошло возгорание, в случае с размером пожара, выходящим за пределы конкретной области, последствиями с пятью или более погибшими, или последствиями, превышающими определенный денежный порог, указывающими на значительные потери, таким образом, что минимальные потери, связанные с наиболее дорогостоящим 1% пожаров.

9.5.15. Другие примеры типов пожаров, для которых могут потребоваться сценарии проектного пожара, включают следующие:

9.5.15.1. внутренние:

- a) пожар с одним горящим объектом (предметом мебели, корзиной для мусора, оборудованием),
- b) развивающийся пожар;

9.5.15.2. внешние:

- a) пожары во внешних блоках горючих материалов,
- b) пожары на фасадах.

9.5.16. Другие сценарии проектного пожара могут быть согласованы на этапе качественного анализа проекта для особых ситуаций.

9.5.17. Соответствующие статистические данные могут быть получены из национальных, региональных или местных источников, или получены на основе схожих зданий или сооружений, находящихся в одном владении с проектируемой конструкцией. Если соответствующие национальные статистические данные отсутствуют, то может использоваться информация на основе аналогичного опыта в области пожарной безопасности других стран. Необходимо проявлять осторожность при использовании статистики случаев пожаров, чтобы удостовериться, что данные соответствуют рассматриваемому зданию или сооружению.

9.5.18. Если какие-либо типы пожаров с участием очень малых фрагментов горючих материалов ранжируются как высокие с точки зрения оценки последствий, необходимо, чтобы эти пожары включали по меньшей мере один дополнительный фрагмент горючего материала достаточно крупного размера. Инженерного решения, как правило, бывает достаточно, чтобы оценить, какой крупный объект(ы) горючего материала достаточно близко расположен к возгоранию определенного типа, чтобы воспламениться и привести к установившемуся пожару.

9.5.19. **Этап 3 – Потенциальные опасные факторы пожара**

9.5.20. Включает в себя рассмотрение сценариев пожара, которые могут возникнуть из-за потенциальных опасных факторов пожара, выявленных на этапе качественного анализа проекта в связи с предполагаемым использованием сооружения или проекта. Выявление прочих критических сценариев с тяжелыми последствиями, подлежащих рассмотрению, за исключением сценариев с участием мест возникновения пожара с высокой опасностью, которые были рассмотрены на этапе 2. Приводятся следующие примеры:

- a) незащищенность от событий общего характера, таким как землетрясения или террористические акты, способным положить начало множеству серьезных пожаров или вывести из строя ряд мер пожарной безопасности одновременно;
- b) незащищенность от событий, не связанных с пожаром, которые могут ослабить конструкцию здания и снизить порог тяжести пожара, необходимый, чтобы привести к обрушению конструкции;
- c) использование материалов повышенной опасности, поддающихся самовоспламенению, способствующих быстрому распространению пожара, детонации, чрезвычайно интенсивному горению, образованию сверхтоксичного дыма, выделяющих продукты горения, которые представляют повышенную опасность для окружающей среды или засоряющих средства тушения пожара; источник кислорода, который может «подпитывать» пожар помимо окружающего воздуха; необычная сложность или опасность, в случае, когда тушение пожара ведется обычными средствами (например, при горении химических веществ (окислителя) для бассейнов); или в других чрезвычайно тяжелых условиях пожара;
- d) осуществление действий, связанных с повышенной опасностью, включая использование открытого огня вблизи легко воспламеняющихся веществ;
- e) особые опасные факторы, которые присутствуют во время строительства или при проведении технического обслуживания.

9.5.21. Если какой-либо из этих сценариев содержит вероятность и последствия более высокой тяжести, по сравнению со сценариями, которые были ранее определены, то необходимо, чтобы они были включены в набор для анализа. Они могут заменять схожие по характеру менее опасные сценарии.

9.5.22. **Этап 4 – Системы и средства пожарной безопасности, влияющие на пожар**

9.5.23. Включает выявление систем и средств пожарной безопасности, которые могут существенно влиять на развитие пожара или возникновение условий, не совместимых с жизнью. Для каждой

системы или средства пожарной безопасности в характеристику каждого сценария добавляется начальное состояние данной системы или средства. Типичные системы и средства пожарной безопасности, подлежащие рассмотрению, и связанные с ними состояния, включают следующие:

9.5.23.1. Пассивные системы и средства пожарной безопасности:

- a) обстановка и оборудование (статус: как новые или состарившиеся, испорченные),
- b) дверные проемы и другие отверстия в помещении, где произошло возгорание, и в других примыкающих отсеках (статус: открытые или закрытые), окна (статус: как новые или изношенные),
- c) проверка материалов (статус: как новые или состарившиеся, испорченные),
- d) сборные конструкции стен и потолков/полов и прочие элементы разделения на отсеки (статус: в соответствии с проектом или разрушенные при сверлении или другими способами),
- e) несущие элементы конструкции (статус: в соответствии с проектом или разрушенные),
- f) размер пожарного отсека;

9.5.23.2. Активные системы и средства пожарной безопасности:

- a) активная система пожаротушения (статус: в полной эксплуатационной пригодности или обратное, правильно расположена или обратное),
- b) система дымоудаления (статус: в полной эксплуатационной пригодности или обратное, правильно расположена или обратное),
- c) система обнаружения пожара (статус: в полной эксплуатационной пригодности или обратное, правильно расположена или обратное),
- d) система оповещения и сигнализации (статус: в полной эксплуатационной пригодности или обратное, правильно расположена или обратное),
- e) система эвакуации (статус: в полной эксплуатационной пригодности или обратное),
- f) обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации,
- g) работа пожарных подразделений.

9.5.24. Статусы систем и средств пожарной безопасности являются частью характеристики сценария пожара. События составляют временную шкалу, которая является частью технических требований сценария, однако которая может быть получена на основе инженерного анализа (например, прогнозирования развития пожара и его воздействий), а не на основании внешних технических требований.

9.5.25. **Этап 5 – Реакция людей**

9.5.26. Действия, предпринимаемые людьми, могут оказывать существенное влияние, благоприятное или неблагоприятное, на развитие пожара или передвижение дыма и должны быть рассмотрены на этом этапе. (Оценка воздействия пожара на людей рассмотрена в этапе 8, приведенном ниже.) Действия, совершенные по неосторожности или поджог, повлекшие за собой начало пожара, скорее всего были учтены в данных типа пожара, приведенных в этапе 2, и не должны рассматриваться здесь снова. Скорее следует обратить внимание на действия, которые предпринимались вслед за возгоранием.

9.5.27. В зависимости от типа здания или сооружения обученный персонал или объектовая пожарная охрана могут оказывать решающее влияние на пожар на его ранних стадиях развития. Также могут быть рассмотрены благоприятные действия муниципальных пожарных служб, в частности, в целях, связанных с защитой собственности или непрерывности деятельности. С другой стороны, плохо обученный персонал или случайные посетители могут оставить важные противопожарные двери открытыми, что приведет к быстрому распространению пожара и задымлению. Любое из этих воздействий может привести к новым потенциальным сценариям пожара.

9.5.28. **Выбор сценариев проектного пожара**

9.5.29. На этапах с 1-го по 5-й уже выявлено большое количество потенциальных групп сценариев пожара. Из этого большого числа необходимо выбрать ряд сценариев проектного пожара. Наиболее подходящей основой для отбора сценариев проектного пожара является процесс ранжирования риска, при котором учитываются последствия и вероятность сценария.

9.5.30. Одним из способов осуществления отбора на данном этапе является построение дерева событий, как представлено в этапах с 6-го по 10-й. Однако часто процесс ранжирования риска может быть предпринят в сокращенном виде. Например, часто бывает достаточно инженерного решения, общедоступных данных и оценки порядка величины вероятностей и последствий групп сценариев. В таких случаях ранжирование риска может осуществляться без построения дерева событий. Однако, если применение сокращенного подхода невозможно, то может быть применен подход дерева событий, представленный на этапах с 6-го по 10-й, для построения

вероятности сценария на основе знаний о вероятностях отдельных событий, которые составляют этот сценарий.

9.5.31. **Этап 6 – Дерево событий**

9.5.32. Включает в себя построение дерева событий, которое будет отображать варианты последовательностей событий от возгорания до последствий, связанных со сценариями пожара. Деревья событий строятся, начиная с инициирующего события, такого как возгорание, в сочетании с начальными состояниями всех систем и средств пожарной безопасности и всех людей, находящихся в здании. Затем строится развилка и добавляются ответвления, отражающие каждое из возможных последующих событий. Этот процесс повторяется до тех пор, пока не будут представлены все возможные начальные состояния. Каждая развилка строится на основании возникновения предыдущего события. Ветвь дерева событий представляет собой сценарий пожара, подлежащий рассмотрению. Примеры построения дерева событий приведены в примерах [1](#) и [2](#).

9.5.33. События устанавливают изменения в характеристиках пожара, статусах систем и средств пожарной безопасности, реакции людей и других аспектах во времени, которые воздействуют на конечный результат и последствия пожара. Примеры событий, связанных с конструктивными системами и элементами здания, включают следующие:

- a) распространение пожара на второстепенные объекты;
- b) пожар удерживается противопожарными дверями или прочими ограждающими конструкциями;
- c) система или средство пожарной безопасности срабатывает как запроецировано или со сниженным качеством или эффективностью;
- d) оконные стекла разбиваются.

9.5.34. С другой стороны, может быть построено дерево неисправностей. Деревья неисправностей представляют собой логические деревья, как и деревья событий, но каждая ветвь в них основывается на условии или состоянии, а не на событии во времени. Поскольку, скорее всего, будет представлен ряд факторов, каждый с множеством возможных начальных состояний, осуществление этапа 6 можно упростить, используя начальное дерево неисправностей для определения вариантов начальных состояний, а затем добавив дерево событий единого формата к каждой конечной точке дерева неисправностей в соответствии с всеми требованиями начальных условий. Сценарий в таком случае будет представлен одной ветвью этого гибридного дерева.

9.5.35. **Этап 7 – Рассмотрение вероятности**

9.5.36. Включает оценку вероятности возникновения каждого события с использованием имеющихся данных и/или инженерной оценки, как рекомендовано в ISO/TS 16732:2005, п. 6.3 [\[13.1.33\]](#). В одних ответвлениях исследуются характеристики начального пожара, а данные пожара служат соответствующим источником данных для вероятностей. В других ответвлениях исследуются состояния систем и средств пожарной безопасности, а данные надежности служат соответствующим источником данных. В третьих ответвлениях рассматриваются характеристики и состояния людей или оборудования в здании, а данные о населенности или эксплуатации здания служат соответствующим источником данных. Все они могут быть обозначены на дереве событий.

9.5.37. Оценка относительной вероятности каждого сценария путем умножения всех вероятностей на пути, ведущему к сценарию.

9.5.38. **Этап 8 – Рассмотрение последствий**

9.5.39. Включает в себя оценку последствий каждого сценария с использованием имеющихся данных об убытках и/или инженерного решения, как рекомендовано в ISO/TS 16732:2005, 6.4 [\[13.1.33\]](#). Последствие должно быть выражено в соответствующих единицах измерения для потенциальных значений гибели людей, травм или предполагаемого ущерба от пожара. Оценки могут учитывать воздействия, зависящие от времени.

9.5.40. При оценке гибели людей или травм вследствие пожара, следует соблюдать осторожность, чтобы убедиться, что данные, используемые в процессе оценки, соответствуют рассматриваемому зданию или сооружению. Руководство по воздействию типа здания и сооружения на поведение людей представлено в ISO/TR 13387-8 [\[13.1.36\]](#).

9.5.41. **Этап 9 – Ранжирование рисков**

9.5.42. Включает в себя ранжирование сценариев в порядке относительного риска. Относительный риск может быть определен путем умножения измеренного последствия (этап 8) на вероятность возникновения сценария (этап 7).

9.5.43. **Этап 10 – Окончательный выбор и документация**

9.5.44. Для каждой цели пожарной безопасности выбирается сценарий пожара наивысшего порядка с целью проведения количественного анализа. Выбранные сценарии должны представлять основную долю суммарного риска (сумма рисков всех сценариев). Рекомендуется участие заинтересованных сторон в этом процессе.

- 9.5.45. Включает документирование сценариев пожара, выбранных для анализа. Они становятся «сценариями проектного пожара». Также включает документирование отсеянных сценариев пожара с указанием причин.
- 9.5.46. При проведении окончательного отбора следует остерегаться следующих часто встречающихся ошибок или отклонений:
- В случае отсеивания нескольких сценариев с низкой вероятностью и тяжелыми последствиями, важно убедиться, что отсеянные сценарии не имеют умеренную или высокую общую вероятность возникновения. По возможности рекомендуется объединять схожие сценарии, таким образом, чтобы было напрямую представлено и проанализировано большее количество сценариев, вместо того, чтобы отсеивать сценарии.
 - Отсеивание сценария, несмотря на приходящуюся на него существенную долю риска, в угоду привлекательности или непривлекательности той или иной системы или средства пожарной безопасности или конкретного выбора проекта, является неприемлемым.
 - Отсеивание сценария, несмотря на приходящуюся на него существенную долю риска, по той причине, что единственные варианты выбора проекта, способные дать приемлемые результаты для данного сценария, являются очень дорогостоящими, на данном этапе является неприемлемым. Решение принять риск конкретного сценария из-за высокой стоимости устранения или снижения этого риска должно быть принято на более позднем этапе, после более детального анализа и только при полном участии заинтересованных сторон.
 - Отсеивание сценария, несмотря на приходящуюся на него существенную долю риска, может быть приемлемым, если ни один из различных вариантов выбора проекта не способен снизить или устранить этот риск. Риски для людей, находящихся близко к месту возникновения пожара или не способных действовать в целях самосохранения (из-за алкогольного или наркотического опьянения), могут служить примерами основы для сценариев, которые на законных основаниях могут быть отсеяны на данном этапе.

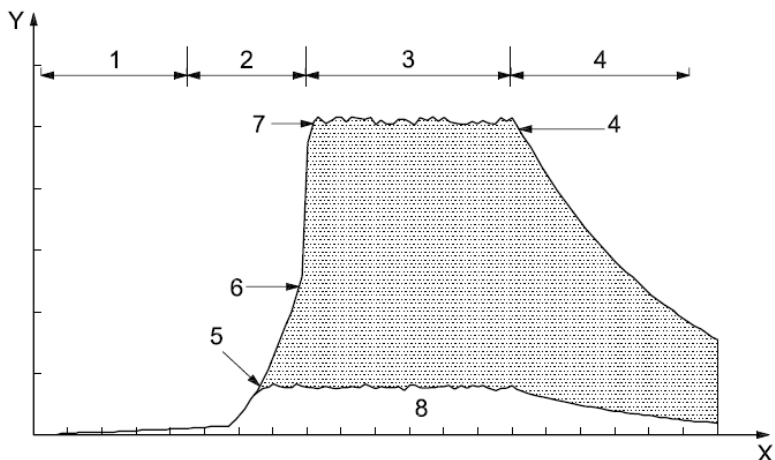
10. ПРОЕКТНЫЕ ПОЖАРЫ

10.1. Основные положения

- 10.1.1. Первоначально проектный пожар определяется с точки зрения сценария проектного пожара. Он может, например, быть определен с точки зрения скорости выделения тепла от одного объекта. Однако характеристики проектного пожара могут быть впоследствии изменены в зависимости от результатов анализа. Например, если пожар с участием одного объекта растет достаточно интенсивно, чтобы привести к вспышке в помещении, то необходимо изменить проектный пожар, чтобы отразить характеристики пожара, регулируемого вентиляцией или горючим материалом в стадии после вспышки. Аналогично, такие события, как активация автоматической системы пожаротушения и разбитие окон воздействуют на проектный пожар. Однако необходимо убедиться, что проектный пожар соответствует целям анализа пожарной безопасности и приводит к консервативному проектному решению.
- 10.1.2. Конкретный сценарий проектного пожара может содержать несколько проектных пожаров. Например, когда пожар распространяется за пределы помещения, где произошло возгорание, в другое помещение, может потребоваться новый проектный пожар для второго помещения.
- 10.1.3. Пожар может расти от возгорания до стадии полного развития и, наконец, ослабление и полное затухание. Проектный пожар описывается значениями переменных, такими как скорость выделения тепла на протяжении пожара.
- 10.1.4. Полная характеристика проектного пожара (см. [п. 10.1.6](#)) может содержать следующие этапы:
- 10.1.4.1. Фаза зарождения: характеризуется разнообразием источников горения, которые могут быть тлеющими, воспламененными или излучающими;
 - 10.1.4.2. Фаза роста: охватывает период распространения пожара до вспышки или вовлечения всех продуктов горения;
 - 10.1.4.3. Фаза полностью развившегося пожара: характеризуется установившимся горением, как встречается при пожарах, регулируемых вентиляцией или горючим материалом;
 - 10.1.4.4. Фаза ослабления: период снижения интенсивности пожара;
 - 10.1.4.5. Затухание: энергии больше не выделяется.
- 10.1.5. Следовательно, проектный пожар должен восприниматься как описание полной продолжительности пожара. Это описание включает в себя следующее:
- параметры, предусмотренные в сценарии проектного пожара (размер помещения, места возникновения пожара, рассматриваемые горючие материалы, ...);
 - параметры, необходимые для оценки развития пожара (скорости выделения тепла и прочих параметров в зависимости от используемой модели оценки);

с) события, которые приводят к изменению любого из вышеперечисленных параметров.

10.1.6. Рисунок — Пример проектного пожара



10.1.7. Условные обозначения

- X – время
- Y – выделение тепла
- 1 – зарождающаяся
- 2 – рост
- 3 – полностью развившийся
- 4 – ослабление
- 5 – активация спринклеров
- 6 – вспышка
- 7 – регулируемый вентилицией
- 8 – регулируемый спринклерами

10.2. Основные характеристики

10.2.1. Проектные пожары, как правило, характеризуются следующими переменными с точки зрения времени (в соответствии с целью (целями) пожарной безопасности и, следовательно, анализа):

- a) скорость выделения тепла;
- b) скорость выделения токсичных веществ;
- c) скорость задымления;
- d) размер пожара (включая его развитие с течением времени);
- e) развитие температурного/теплового потока с течением времени.

10.2.2. Факторы, определяющие характерную скорость роста пожаров, сопровождаемых воспламенением, включают следующие:

- a) тип горючих материалов;
- b) геометрическое расположение горючих материалов;
- c) геометрия помещения;
- d) воспламеняемость топлива;
- e) характеристика скорости выделения тепла;
- f) вентилиция;
- g) внешний тепловой поток;
- h) площадь поверхность, подверженная воздействию пожара.

10.2.3. Начальная скорость роста пожара впоследствии изменяется событиями, которые происходят во время сценария проектного пожара. Эти события могут изменять скорость выделения тепла при пожаре в положительную или отрицательную сторону. Типичные события и их последствия включают следующие:

10.2.3.1. Вспышка: переход в состояние полного охвата поверхности;

10.2.3.2. Низкорасположенная граница между (горячим и холодным) слоями: ускорение;

- 10.2.3.3. Активация спринклеров: устойчивый или снижается;
- 10.2.3.4. Тушение пожара вручную: устойчивый или снижается;
- 10.2.3.5. Истощение горючего материала: ослабление;
- 10.2.3.6. Изменения в вентиляции: изменения характеристик пожара;
- 10.2.3.7. Воспламенение мусора: последующее возгорание (возгорания).
- 10.2.4. Важно учитывались эти аспекты при определении скорости первоначального роста пожара. Существуют модели пожара, способные предсказывать скорость развития пожара при простых геометрических расположения горючих материалов в определенных условиях. Также существуют экспериментальные данные [13.1.13], позволяющие определить скорость развития пожара на основе типичных блоков горючих материалов.
- 10.2.5. **Вспышка**
- 10.2.6. Вспышка представляет собой быстрый переход от локального пожара к охвату пожаром всех открытых поверхностей горючих материалов в помещении. Это довольно распространенное явление в малых и средних помещениях.
- 10.2.7. Результатом вспышки в проектном пожаре является изменение скорости выделения тепла и других характеристик в соответствии с характеристиками полностью развившегося пожара. Полностью развившийся пожар может регулироваться вентиляцией или периодически горючим материалом.
- 10.2.8. Общие критерии, позволяющие предположить возникновение вспышки внутри помещения, следующие [13.1.12]:
- а) от 500 °C до 600 °C в верхнем газовом слое;
 - б) 20 кВт/м² излучения от этого верхнего слоя на поверхность пола.
- 10.2.9. **Полностью развившиеся пожары**
- 10.2.10. После вспышки пожары, как правило, быстро достигают стадии полностью развившегося пожара, когда скорость горения ограничивается либо горючим материалом или имеющейся вентиляцией. Наибольшая скорость выделения тепла после вспышки может быть принята как меньшая скорость выделения тепла на стадии пожара, регулируемого вентиляцией и горючим материалом. Переход от режима пожара, регулируемого горючим материалом, к режиму пожара, регулируемого вентиляцией, происходит примерно в соответствии с уравнением (1):
- 10.2.11.
$$\dot{m}_f \approx \frac{\dot{m}_{\text{air}}}{r} \quad (1)$$
- 10.2.12. Более точные критерии были разработаны для конкретных видов горючих материалов, таких как горящие бревна [13.1.13].
- 10.2.13. Поведение конструкции при пожарах после вспышки характеризуются с точки зрения температур газов. Конвективные и радиационные характеристики теплопередачи окружающей среды могут оказывать существенное воздействие на нагревание несущих элементов конструкции и граничных элементов пожарных отсеков, поэтому важно уделять особое внимание их выбору.
- 10.2.14. **Пожары, регулируемые вентиляцией**
- 10.2.15. Регулируемая вентиляцией скорость горения в пожарном отсеке может быть определена по потоку воздуха, поступающего в отсек. Исследования показали, [13.1.12], что скорость воздушного потока в пожарном отсеке пропорциональна коэффициенту вентиляции, $A_v h$. Массовый расход горючего вещества при горении таким образом может быть определен по реакции горения с учетом того, что условиях пожара, регулируемого вентиляцией, соотношение горючего материала/воздуха больше, чем в стехиометрическом соотношении компонентов топлива. Скорость высвобождения энергии может быть определена [13.1.13] на основе эффективной теплоты сгорания горючего материала.
- 10.2.16. Вышеприведенный подход, основанный на коэффициенте вентиляции дает заниженную оценку тяжести пожара в пожарных отсеках, оборудованных отдельными вентиляционными отверстиями на уровне пола и потолка. Этот подход также может быть непригоден для крупных пожарных отсеков.
- 10.2.17. **Пожары, регулируемые пожарной нагрузкой**
- 10.2.18. Пожары, регулируемые горючим материалом, встречаются реже, чем пожары, регулируемые вентиляцией, и могут ожидаться только в особых случаях, например, в зданиях, предназначенных для хранения с высоким уровнем вентиляции.
- 10.2.19. Скорость горения пожаров, регулируемых горючим материалом, зависит от характера и площади поверхности топлива. В большинстве практических случаев эти факторы трудно определить. В случае с простыми четкими геометрическими формами, такими как ряд из бревен, были разработаны соотношения связи скорости пиролиза массы горючего материала с единицей площади и оставшуюся массу горючего материала на единицу площади [13.1.13].
- 10.2.20. **Активация автоматической системы пожаротушения**

- 10.2.21. Автоматические системы пожаротушения могут сработать в любой момент во время пожара, однако, как правило, их активация ожидается на стадии перед вспышкой. Скорость выделения тепла после активации автоматической системы пожаротушения может быть принята за постоянную, кроме случаев, когда может быть показано, что система пожаротушения была разработана для тушения пожара в течение определенного периода времени. В последнем случае скорость выделения тепла может предположительно линейно снижаться в течение указанного периода времени. Более подробные руководящие указания даны в ISO/TR 13387-7 [\[13.1.35\]](#).
- 10.2.22. Аналогичным образом, активация системы тушения пожара общим затоплением, разработанная в соответствии с соответствующим стандартом ISO или национальным стандартом, предположительно может потушить пожар вскоре после того, как была достигнута предусмотренная проектом концентрация огнетушащего вещества.
- 10.2.23. **Вмешательство пожарных служб**
- 10.2.24. Пожарные службы могут вмешаться в любой момент во время развития пожара, однако очевидно, что они в состоянии контролировать пожар, только если это в пределах возможностей используемого оборудования. Если не используется подходящая модель вмешательства и эффективности пожарной команды (например, см. ссылки [\[13.1.17\]](#), [\[13.1.18\]](#)), то вмешательство не может учитываться как фактор, воздействующий на проектный пожар.
- 10.2.25. **Ослабление пожара**
- 10.2.26. Когда большая часть горючих материалов в пожарном отсеке была поглощена пожаром, или, когда пожар не в состоянии распространяться на прилегающие предметы, скорость горения, как правило, уменьшается в связи с образовавшимся нагаром. Наступление стадии ослабления еще не было определено и требует дальнейших исследований для точного прогнозирования.
- 10.2.27. В виду отсутствия конкретной информации, за начало ослабления пожара может быть принята скорость выделения тепла проектного пожара, когда было израсходовано 80% горючего материала. Скорость ослабления может быть принята в виде линейной снижения за период времени таким образом, что интеграл от скорости выделения тепла за период ослабления равен 20% от оставшейся энергии горючего материала.

10.3. Параметры, предусмотренные сценарием проектного пожара

- 10.3.1. Для каждого из сценариев осуществляется выбор конкретного места (мест) в помещении или общем пространстве, определенным для данного сценария. Наиболее вероятное место может быть выявлено с помощью инженерной оценки типичных мест уже выявленных по начальным предметам горючих материалов. Наиболее сложные места – это места, где особые обстоятельства могут отрицательно повлиять на эффективность мер пожарной безопасности. Приводятся следующие примеры:
- a) места, очень близко расположенные к людям, находящимся в помещении (иногда называемым «контактирующие с опасными факторами пожара»), незащищенной собственности или несущим элементам конструкции (например, в крытой автостоянке), таким образом, что не предоставляется достаточно времени и пространства для эффективного применения мер пожарной безопасности;
 - b) места в улах или других участках, где частичное помещения приводит к чрезвычайно быстрому росту пожара;
 - c) места, защищенные от систем пожарной безопасности;
 - d) места, расположенные рядом с дверными проемами и другими отверстиями, соединяющими помещения, что позволяет пожару распространяться в нескольких помещениях до того, как может эффективно сработать разделение на пожарные отсеки.

10.4. Параметры, которые нужно определить

- 10.4.1. **Параметры, которые требуют определения для большинства приложений**
- 10.4.2. При инженерной оценке пожарной безопасности обычно используется ряд параметров. Важно, чтобы они были определены до начала количественной оценки. Приводятся следующие примеры:
- 10.4.3. **Скорость выделения тепла в развивающихся пожарах**
- 10.4.4. Большинство пожаров без участия жидких горючих веществ, газов или легковесных горючих веществ, таких как пенополимеры, растут относительно медленно. По мере увеличения размера пожара увеличивается скорость его роста. Эта скорость, как правило, выражается в единицах скорости выделения энергии. В целях проектирования часто используется экспоненциальная или изменяющаяся по степенному закону скорость выделения энергии. Это представляет верхнюю границу большого диапазона возможного, фактического роста пожара в сценарии. Наиболее часто используемое соотношение называют квадратичным пожаром " t^2 ". В таком пожаре скорость выделения тепла определяется уравнением (2):

$$\dot{Q} = \dot{Q}_0 \left(\frac{t}{t_g} \right)^2 \quad (2)$$

где t_g – время роста пожара до достижения базового показателя выделения тепла, $\dot{Q}_0$.

10.4.5. Квадратичные пожары t^2 могут приводить к значениям $\dot{Q}$, превышающим максимально возможную скорость выделения тепла рассматриваемых горючих материалов. Кроме того, при больших слоях горючих материалов первая воспламенившаяся часть может сгореть до того, загорится последняя часть. Необходимо учитывать эти факторы.

10.4.5.1. Значение $\dot{Q}_0$ может быть выбрано произвольно, однако часто принимается как 1 МВт. В проектировании пожарной безопасности широко используются четыре категории скорости роста пожара, как показано в таблице ниже.

10.4.5.2. Таблица — Категории квадратичных пожаров t^2

Описание скорости роста	Время нарастания t_g , с
Медленная	600
Средняя	300
Быстрая	150
Сверхбыстрая	75

10.4.6. Необходимо, чтобы выбор соответствующей категории для конкретного сценария осуществлялся с учетом вышеприведенных факторов. При выборе соответствующей категории роста пожара требуется существенная инженерная оценка.

10.4.7. В четко определенных сценариях проектного пожара, где известно геометрическое распределение горючих материалов, выбор категории может основываться на экспериментальных данных или численном моделировании с использованием соответствующей модели распространения пламени.

10.4.8. Тлеющие пожары

10.4.9. Тлеющий пожар, как правило, производит незначительное количество тепла, однако может, в течение достаточно длительного времени заполнить помещение несгоревшими горючими газами, токсичными продуктами горения, такими как окись углерода и пылевидный уголь. Распространение горения в тлеющих пожарах является низким, что приводит к высокой скорости задымления и образования токсичных веществ на сжигаемую единицу массы [13.1.20].

10.4.10. Следующие факторы влияют на вероятность наступления тлеющего сгорания:

- a) характер горючего материала;
- b) ограничение вентиляции;
- c) мощность источника возгорания.

10.4.11. Тлеющий пожар может легко превратиться в пылающий пожар, в частности, когда вентиляция увеличивается.

10.4.12. Основной риск, связанный с тлеющими пожарами заключается в выделении окиси углерода в результате неполного сгорания. Наступление непригодных для обитания условий из-за плохой видимости также представляет серьезную опасность, которую важно учитывать при анализе, особенно в жилых зданиях.

10.4.13. В настоящее время отсутствуют какие-либо количественные методы прогнозирования потенциальных условий для тлеющих пожаров. Важно учитывать присутствие материалов, склонных к тлеющему горению, таких как мягкая мебель, постельные принадлежности и целлюлозные материалы (в особенности, материалы, обработанные химически). Важно также рассмотреть вопрос о наличии потенциальных источников воспламенения, которые могут содействовать тлению, таких как не затухнувшая сигарета, горячие предметы и электрические искры.

10.4.14. Горящие предметы

10.4.15. Когда набор горючих материалов для конкретного сценария проектного пожара четко определен и не подлежит кардинальным изменениям на протяжении расчетного срока службы здания, фактические характеристики данного набора горючих материалов могут использоваться для проектного пожара.

10.4.16. Характеристики выделения тепла для ряда схожих предметов были определены в нескольких лабораторных испытаниях с использованием таких устройств, как калориметр, или исходя из потребления кислорода на основе калориметрии [13.1.19], [13.1.22], [13.1.23]. Эти исследова-

ния, как правило, осуществляются путем сжигания предмета под специальным навесом в условиях хорошей вентиляции. Следует отметить, что скорость распространения пожара с участием таких предметов, как мягкая мебель, в реальных пожарах внутри пожарного отсека могут превышать скорость роста пожара в условиях свободного горения под открытым небом (например, под навесом). Отдача от нагревания и излучения горячего слоя может повысить скорость роста пожара и, возможно, привести к вентилируемому пожару с повышенным выделением дыма и токсичных веществ.

10.4.17. Характеристики горения облицовочных материалов стен и потолка могут быть определены с использованием пожарных испытаний в помещениях, приведенных в стандарте ISO [\[13.1.24\]](#).

10.4.18. Проектный пожар может быть основан на фактических характеристиках горения исходного набора горючих материалов, если оно может быть показано, что:

- a) характеристики пожара являются консервативными и вряд ли могут быть превышены на протяжении расчетного срока службы здания фактическим набором горючих материалов,
- b) условия, при которых были определены характеристики, являются характерными для возможных условий в анализируемом сценарии проектного пожара,
- c) пожар не может распространиться на другие наборы горючих материалов, которые не были учтены.

10.4.19. **Параметры, которые требуют определения, когда используются упрощенные расчетные модели**

10.4.20. Тогда как в большинстве современных моделей для расчета температуры помещения или других свойств требуется скорость выделения тепла при пожаре, существует класс более простых моделей, не требующих сложных входных данных. Например, параметрические кривые для пожаров после вспышки, рассмотренные в [п. 10.5.4.1](#), не требуют оценки скорости выделения тепла при пожаре. Вместо этого, прогнозирование температурных значений осуществляется непосредственно на основе более простой информации, такой как геометрическая характеристика помещения и его вентиляционных отверстий, температурные свойства облицовочных материалов помещения и нагрузка горючих материалов.

10.5. Оценка развития пожара

10.5.1. В данном сценарии проектного пожара для прогнозирования развития температурного/теплого потока в зависимости от времени и вытекающих событий могут использоваться параметры, приведенные в [пп. 10.3](#) и [10.4](#), с применением простых методов расчета, передовых методов расчета или специальных результатов испытаний. Кроме того, следует помнить, что помимо выявленных сценариев проектного пожара, существуют отдельные ситуации, в которых необходимо использовать предписанные пожары, не обязательно характерные для фактического риска.

10.5.2. Предписанные пожары

10.5.3. Регулирующие органы или группа, выполняющая качественную оценку проекта, могут устанавливать другие характеристики проектного пожара, которые подлежат использованию при анализе. Как правило, ими предписывается скорость температурного/теплого потока в зависимости от времени.

10.5.4. Простые модели расчета

10.5.4.1. Параметрические пожары

10.5.4.2. Температура, полученная в результате пожара, регулируемого вентиляцией, как было показано [\[13.1.14\]](#), зависит от скорости высвобождения энергии (которая, в свою очередь, зависит от вентиляции), тепловых свойств помещения и продолжительности пожара (зависящей от плотности пожарной нагрузки). Семейство температурных кривых при пожаре для различных факторов вентиляции и плотности пожарной нагрузки называется «параметрическими пожарами». Исследование проводилось в небольших пожарных отсеках с целлюлозными горючими материалами, следовательно, параметрические пожары имеют прямое отношение к целлюлозным горючим материалам в больших пожарных отсеках. Они применимы, когда потоки горячих газов внутри и снаружи помещения контролируются отверстием (отверстиями) в стенах помещения и, следовательно, не применимы к помещениям с существенным потоком воздуха в горизонтальных отверстиях пола или потолка.

10.5.4.3. Кривые «температура-время» параметрических пожаров представлены в работах [\[13.1.25\]](#) и [\[13.1.26\]](#). Параметрические соотношения температуры-времени могут использоваться для расчета тепловых воздействий на конструкцию и распространение пожара после вспышки. Температуры до вспышки и продолжительность воздействия, как правило, являются незначительными по сравнению с их значениями после вспышки и могут пренебрегаться, а наступление проектного пожара принимается за момент

вспышки. Коэффициенты теплопередачи конвекцией и излучением, отражающие условия воздействия, могут использоваться для преобразования температурных соотношений в соотношения теплового потока.

10.5.4.4. Внешние проектные пожары

10.5.4.5. Существуют два типа пожаров, которые могут повредить наружную поверхность (или фасад) здания или сооружения: пожары, происходящие внутри здания или сооружения, и пожары, происходящие снаружи. Примером первого типа пожара является случай, когда пламя развивающегося или полностью развившегося пожара выходит из отверстия и передает тепло на внешнюю поверхность (или фасад). Примером второго типа пожара является случай возгорания какого-либо склада или мусора в близости от здания или сооружения и передачи тепла на его внешнюю поверхность. В обоих случаях теплопередача от пламени может привести к воспламенению горючих материалов, содержащихся в наружной поверхности и последующему распространению установившегося пламени. Это может привести к существенным повреждениям внешней поверхности или распространению пожара внутрь через отверстия в наружной поверхности в местах и на расстояниях, удаленных от первоначального источника пожара.

10.5.4.6. Как правило, наиболее высокая суммарная теплопередача от пламени на внешней поверхности, и, следовательно, наибольший риск повреждения или распространения устойчивого горения, происходит в результате источников пожара, находящихся снаружи и примыкающих к наружной поверхности здания. Важно выбрать внешний проектный пожар, который будет точно воспроизводить максимальное воздействие теплового потока, которого можно ожидать от рассматриваемого сценария проектного пожара.

10.5.4.7. Пламя, выходящее из отверстия

10.5.4.8. Пламя, выходящее из отверстия в наружной поверхности здания или сооружения, может быть охарактеризовано контуром теплового потока на внешней поверхности вдоль длины пламени. Струя пламени, выходящая из окна пожарного отсека, полностью охваченного пожаром, может быть охарактеризована длиной и температурой пламени вдоль струи. Для обеих этих переменных были разработаны уравнения, приведенные в некоторых национальных нормах [\[13.1.27\]](#).

10.5.4.9. Пламя от горящего предмета, примыкающего к внешней поверхности

10.5.4.10. Пламя от горящего предмета, примыкающего к внешней поверхности здания и сооружения, можно охарактеризовать с помощью контура теплового потока по длине пламени.

10.5.5. Испытания

10.5.6. В некоторых случаях, методы инженерного расчета не доступны, например, для оценки роста пожара в системах со сложными материалами или для оценки реакции данного пожара в ответ на предполагаемые системы противопожарной защиты, такие как автоматическая система пожаротушения, из-за сложности вовлеченных взаимодействий. В таких случаях единственный способ прогнозирования исхода данного сценария заключается в использовании одного или нескольких методов испытаний с опорной шкалой или методов испытаний, специально разработанных для этой цели. Данный тип метода испытаний предназначен для представления возможной «реальной» ситуации пожара, поскольку демонстрирует широкий спектр «реальных» явлений пожара в полномасштабной геометрии с сохранением строго определенных, четко документированных и контролируемых условий проведения испытания.

10.5.7. Методы испытаний с опорной шкалой используются либо напрямую с целью оценки конкретных стратегий пробного проекта, либо опосредованно для оценки точности конкретного инженерного метода расчета, который, если проходит проверку на пригодность, впоследствии используется для оценки спектра стратегий по проектированию. Во всех случаях правильное толкование результатов методов испытаний с опорной шкалой особенно важно для обеспечения соответствия проекта конкретному применению. Например, если условия проведения испытания с опорной шкалой используются для оценки пробной стратегии противопожарной защиты с помощью спринклеров на складе, важно, чтобы результаты испытаний были проанализированы, чтобы убедиться, что успех стратегии противопожарной защиты зависел не от таких факторов, как кислородное обеднение, что может не присутствовать во время фактического пожара.

10.5.8. В ряде отдельных случаев необходимо использовать сочетание результатов испытаний и расчетов. Как правило, эффективность метода расчета определяется оценкой результатов испытания, а расчет производится для реального сценария с учетом коэффициента безопасности, чтобы справиться с точностью метода, полученной при сравнении с результатами испытаний.

11. ПРИМЕР 1. СЦЕНАРИИ ПРОЕКТНОГО ПОЖАРА В СПОРТИВНОМ КОМПЛЕКСЕ

11.1. Цель

11.1.1. Цель настоящего примера заключается в том, чтобы продемонстрировать, как сценарии проектного пожара могут быть выбраны с помощью метода «десяти шагов», представленного в данном документе. В качестве примера взят многофункциональный крытый стадион, оснащенный системой противодымной вентиляции, целью пожарной безопасности для которой является обеспечение безопасности жизни.

11.2. Описание здания и его использования

11.2.1. Здание представляет собой крытый стадион, оснащенный системой противодымной вентиляции над ареной и зрительскими зонами, открывающимися на арену. Хотя здание в первую очередь предназначено для проведения спортивных соревнований, оно также может использоваться для других мероприятий. Например, стадион может использоваться для проведения концертов, религиозных или светских церемоний, конференций, ярмарок и показательных представлений. Сидения нижнего яруса являются разборными, что позволяет проводить мероприятия различного характера. Также существует риск возникновения пожара, связанный с другими зонами на объекте, например, торговыми (арендуемыми) киосками или складскими помещениями, на которые приходится существенная доля горючих материалов.

11.3. Процедура

11.3.1. Этап 1 – Местоположение пожара

11.3.2. Выбрать места в здании, приводящие к наиболее неблагоприятным сценариям пожара.

11.3.3. Этап 2 – Тип пожара

11.3.4. Используя статистику пожаров, соответствующую рассматриваемому зданию и его населенности, выявить наиболее вероятные типы сценариев пожара и наиболее вероятные сценарии с тяжелыми последствиями.

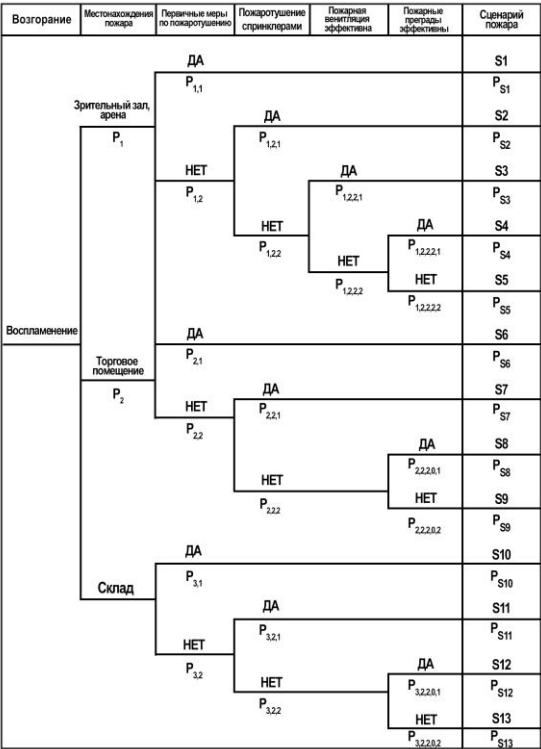
11.3.5. В данном примере этапы 1 и 2 выполняются совместно. Статистические данные не были представлены, однако вероятные сценарии и места возникновения пожара были выявлены после совещания с проектировщиками и другими практикующими специалистами в области пожарной безопасности. Они включают в себя:

- a) Сценарий 1: Пожар на арене во время проведения спортивного мероприятия:
- b) Этот сценарий сопряжен с большим количеством людей. Зрители находятся на трибунах, выше места возникновения пожара, что усиливает воздействие на них дымового слоя. Разборные сидения могут использоваться или не использоваться. Может быть предусмотрен или не предусмотрен дежурный по пожарной охране. Как правило, горючая нагрузка, рост пожара и максимальная скорость выделения тепла ограничены.
- c) Сценарий 2: Пожар на арене во время проведения события, неспортивного характера, но при котором зрители по-прежнему размещаются на трибунах; например, на рок-концерте или показательном выступлении:
- d) Условия для зрителей аналогичны сценарию 1, однако горючая нагрузка и рост пожара, значительно увеличились. Кроме того, в случае с рок-концертами, где используются театральные «дымовые эффекты», автоматическая система обнаружения дыма может быть отключена. Может быть предусмотрен или не предусмотрен дежурный по пожарной охране.
- e) Сценарий 3: Пожар на зрительских трибунах с людьми:
- f) К примеру, это может быть такой же случай, как в сценарии 1 или 2, но с пожаром в другом месте. Трибуны могут быть сделаны из огнестойкого или не огнестойкого материала, таким образом, свойства горючего материала могут включать или не включать ограниченную горючую нагрузку, рост пожара и максимальную скорость выделения тепла. Можно было бы также учесть пожары с участием мусора под сидениями трибун.
- g) Сценарий 4: Пожар на арене во время проведения мероприятия, например, выставки, неспортивного характера, зрители не располагаются на трибунах:
- h) Здесь, количество зрителей меньше. Как правило, зрители находятся на одном уровне с пожаром, а это означает большую глубину допустимого резервуара дыма (при условии отсутствия высокой тепловой нагрузки). Люди более подвижны, чем в предыдущих сценариях. Поиск пути эвакуации может быть затруднен. Люди могут быть увлечены экраном, и возможно, что знаки выхода не видны. Горючая нагрузка, рост пожара и максимальная скорости выделения тепла выше, чем в сценарии 1.
- i) Сценарий 5: Пожар в месте скопления людей, кроме арены и зрительских трибун, например, в зоне торговли или входной зоне:

- j) Проект пожара может сопровождаться значительным ростом пожара, однако горючие нагрузки и максимальная скорости выделения тепла, как правило, ниже, чем в сценариях с пожаром на арене. Однако в зависимости от геометрии и распределения пожара, в данном сценарии повышается вероятность блокирования аварийных выходов из самой зоны арены, поскольку торговые зоны и зоны приема гостей, часто находятся на разных уровнях под площадкой, прилегающей к входам/выходам для зрителей.
 - k) Сценарий 6: Пожар в зоне хранения.
 - l) Этот тип здания, как правило, содержит большое количество горючих материалов, хранящихся около арены. Эти горючие материалы могут привести к быстрому росту пожара и высокой максимальной скорости выделения тепла, что результирует в сильнейшем пожаре. Складские помещения, как правило, оборудованы большой дверью, соединяющей их с областью для подачи крупных грузов с помощью вилочного подъемника. Она может оказаться надежным вариантом выхода, чем дверь меньшего размера.
- 11.3.6. На данном этапе некоторые сценарии, определенные выше, могут быть заменены другими. Если при строительстве трибун используются огнезащитные материалы в соответствии с требованиями многих национальных норм и правил, то последствия в сценарии 3 будут менее тяжелыми, чем в сценариях 1 и 2. Если количество людей, что является наиболее важным определяющим параметром для безопасности жизни, на рок-концерте сопоставим с количеством людей на спортивном мероприятии, и все же опасности, связанной с рок-концертом несколько больше, можно предположить, что проект для сценария 2 может заменить сценарий 1.
- 11.3.7. **Этап 3 – Потенциальные опасные факторы пожара**
- 11.3.8. Определить другие критические сценарии с тяжелыми последствиями. Если какой-либо из этих сценариев сопряжен с более тяжелыми последствиями, чем ранее выявленные сценарии, то необходимо включить его в набор для анализа. Он может заменять схожие по характеру менее опасные сценарии.
- 11.3.9. Как правило, такие дополнительные пожары обнаруживаются не при просмотре статистических баз данных, а в процессе обсуждения с экспертами. Поскольку статистика пожаров не использовалась на этапах 1 и 2, а вероятные сценарии и места пожара были выявлены при обсуждении с проектировщиками и другими практикующими специалистами в пожарной безопасности, дальнейших сценариев с более тяжелыми последствиями выявлено не было.
- 11.3.10. **Этап 4 – Системы, влияющие на пожар**
- 11.3.11. Выявить характеристики здания и систем пожарной безопасности, которые могут оказывать существенное влияние на развитие пожара или наступление несовместимых с жизнью условий.
- 11.3.12. Предполагается наличие полного спектра активных, пассивных систем пожаротушения и системы эвакуации. Если одна из этих систем отсутствует, то необходимо установить вероятность успеха этой системы в дереве событий (см. ниже) как равную нулю.
- 11.3.13. Активные системы:
- 11.3.14. Предполагается наличие автоматической системы пожаротушения во всем здании, системы автоматического обнаружения дыма в течение во всем здании (за исключением кухонь, туалетов) и автоматической системы вентиляции (естественной или принудительной) с переключателем режима работы пожарных подразделений. При срабатывании сигнализации активируется система дымоудаления, самозакрывающиеся двери, и т.д.
- 11.3.15. Пассивные системы:
- 11.3.16. Участки разделены пожарные отсеки следующим образом: зрительская зона и арена образуют единый главный пожарный отсек, область холла/входная зона – второй пожарный отсек, торговая и гостевая зона – третий, выделенные маршруты эвакуации (горизонтальные и вертикальные) – четвертый, и зона хранения и «служебные помещения» – пятый.
- 11.3.17. Системы эвакуации:
- 11.3.18. Предполагается наличие соответствующей системы обозначений, аварийного освещения, персонала, ответственного за проведение эвакуации, и системы голосового оповещения (система аварийной эвакуации и внутренней связи).
- 11.3.19. **Этап 5 – Реакция людей**
- 11.3.20. Определить характеристики людей и особенности их реагирования, которые могут оказать существенное влияние на развитие пожара.
- 11.3.21. Люди могут быть в состоянии потушить пожар в определенных участках (см. первичные меры тушения пожара в приведенном ниже дереве событий). Предполагается, что персонал присутствует, чтобы оказывать помощь при эвакуации. Конечно же, люди могут обнаружить пожар, оставить двери открытыми, и т.д.
- 11.3.22. **Этап 6 - Дерево событий**

- 11.3.23. Построить дерево событий, отображающее возможные состояния факторов, которые были определены как значительные. Путь по дереву событий представляет собой рассматриваемый сценарий пожара. Деревья событий строятся от начального события, такого как возгорание, а затем разветвляются, образуя ответвления, отражающие каждое из возможных состояний следующего фактора. Этот процесс повторяется до тех пор, пока все возможные состояния не будут связаны. Каждый узел ответвления построен на основе возникновения предшествующего состояния. Дерево событий показано на рисунке в [п. 11.3.29](#) (не нужно подсчитывать все сценарии).
- 11.3.24. Первое рассматриваемое событие – начало пылающего пожара. Следует полагать, что в таких объектах тлеющие пожары не представляют большой опасности в отличие от пылающих пожаров.
- 11.3.25. Пожар может начаться на арене и зрительской зоне с вероятностью, P_1 , в зоне торговли или гостевой зоне с вероятностью, P_2 , или в зоне хранения с вероятностью, P_3 . Исходя из того, что это единственные места, где может начаться пожар, следует: $P_1 + P_2 + P_3 = 1$.
- 11.3.26. На ранних стадиях, пожар может быть потушен первичными мерами тушения. Условная вероятность того, что это произойдет, учитывая, что пожар начался на арене и в зрительской зоне, обозначается как $P_{1.1}$. Вероятность того, что пожар не будет потушен первичными средствами, равна $P_{1.2} = 1 - P_{1.1}$. Подобные условные вероятности относятся к эффективности первых мер по тушению пожара в торговых и складских помещениях. Если действия первичных мер эффективны, то дальнейшая разработка сценария не целесообразна (и последствия являются довольно низкими с точки зрения вопросов безопасность жизни).
- 11.3.27. Если пожар не потушен первичными средствами тушения, он может быть потушен спустя некоторое время автоматической системой пожаротушения. Условная вероятность, что пожар будет потушен автоматической системой пожаротушения, с учетом того, что он не был потушен первичными средствами, на арене и в зрительской зоне, обозначается как $P_{1.2.1}$. Вероятность того, что он не будет потушен автоматической системой пожаротушения составляет $P_{1.2.2} = 1 - P_{1.2.1}$. Подобные условные вероятности относятся к эффективности автоматической системой пожаротушения в торговых и складских помещениях. Если автоматическая система пожаротушения эффективна, то дальнейшая разработка сценария не целесообразна (и последствия являются довольно низкими с точки зрения вопросов безопасность жизни).
- 11.3.28. Если пожар не потушен на арене и в зрительской зоне первичными средствами тушения или автоматической системой пожаротушения, то пригодные для жизни условия могут обеспечиваться системой дымоудаления. Условная вероятность того, что система дымоудаления является эффективной, с учетом того, что пожар не был потушен первичными средствами и автоматической системой пожаротушения, обозначается как $P_{1.2.2.1}$. Вероятность того, что дымоудаление не окажется эффективным составляет $P_{1.2.2.2} = 1 - P_{1.2.2.1}$. Если дымоудаление является эффективным, то дальнейшая проработка сценария нецелесообразна (и последствия являются довольно низкими с точки зрения вопросов безопасность жизни). Однако, скорее всего, дымоудаление не будет предпринято, если пожар произошел в торговой или складской зоне.

11.3.29. Рисунок — Дерево событий для пожара на многофункциональном крытом стадионе



- 11.3.30. Если пожар не потушен на арене и в зрительской зоне первичными средствами тушения или автоматической системой пожаротушения, и, если система дымоудаления не является эффективной, то люди, находящиеся на арене и в зрительской зоне, находятся под угрозой, однако люди в торговой зоне, могут находиться в безопасности, если ограждения препятствуют задымлению торговой зоны. Условная вероятность того, что ограждения эффективны, с учетом того, пожар не был потушен первичными средствами или автоматической системой, и дымоудаление оказалось неэффективным, обозначается как $P_{1,2,2,2,1}$. Вероятность того, что эти ограждения окажутся неэффективными, имеет вид $P_{1,2,2,2,2} = 1 - P_{1,2,2,2,1}$.
- 11.3.31. Если пожар не потушен в торговой зоне первичными средствами тушения или автоматической системой пожаротушения, люди в торговой зоне находятся под угрозой, но люди, находящиеся на арене и в зрительской зоне, могут быть в безопасности, если им не придется эвакуироваться через торговую зону, и, если ограждения препятствуют перемещению дыма торговой зоны на арену и зрительскую зону. Условная вероятность, что ограждения окажутся эффективными, с учетом того, пожар не был потушен первичными средствами или автоматической системой, обозначается как $P_{2,2,2,0,1}$. Вероятность того, что эти ограждения окажутся неэффективными, составляет $P_{2,2,2,0,2} = 1 - P_{2,2,2,0,1}$.
- 11.3.32. Если пожар не потушен в зоне хранения первичными средствами тушения или автоматической системой пожаротушения, то находящиеся там люди под угрозой, но люди на арене и в зрительской зоне или в торговой зоне могут быть в безопасности, если ограждения препятствуют передвижению дыма в эти зоны. Условная вероятность, что ограждения окажутся эффективными, с учетом того, пожар не был потушен первичными средствами или автоматической системой, обозначается как $P_{3,2,2,0,1}$. Вероятность того, что эти ограждения окажутся неэффективными, составляет $P_{3,2,2,0,2} = 1 - P_{3,2,2,0,1}$.
- 11.3.33. **Этап 7 – Рассмотрение вероятности**
- 11.3.34. Оценить вероятность возникновения каждого состояния, используя имеющиеся данные надежности и/или инженерные решения. Они могут быть обозначены в дереве событий. Оценить относительную вероятность каждого сценария путем умножения всех вероятностей вдоль пути, ведущего к сценарию.

- 11.3.35. При выборе сценариев проектного пожара достаточно оценки вероятности возникновения каждого события. Такие оценки могут быть сделаны с использованием статистических данных или инженерной оценки (часто обоснованные статистическими данными). Записи в этом дереве событий сделаны на основе инженерной оценки.
- 11.3.36. Чтобы проиллюстрировать данный процесс, предлагаются следующие значения условных вероятностей.
- 11.3.37. Вероятность, что пожар начнется в одном из трех мест:
- $P_1 = 0,20$ (арена и зрительская зона),
 - $P_2 = 0,60$ (торговая зона),
 - $P_3 = 0,20$ (зона хранения).
- 11.3.38. Выбор сценариев проектного пожара не зависит от выбора этих значений, поскольку в этом примере сценарии проектного пожара выбраны независимо для каждого местоположения.
- 11.3.39. Вероятности успешного тушения пожара первичными средствами пожаротушения,
- $P_{1,1} = 0,5$ (умеренная на арене и в зрительской зоне),
 - $P_{2,1} = 0,8$ (очень высокая в торговой зоне, под наблюдением персонала),
 - $P_{3,1} = 0,1$ (очень низкая в зоне хранения, где, как правило, никого нет).
- 11.3.40. Вероятность того, что первые отреагировавшие люди не потушат пожар, составляет $P_{1,2} = 0,5$, $P_{2,2} = 0,2$ и $P_{3,2} = 0,9$.
- 11.3.41. Эффективность автоматической системы пожаротушения:
- $P_{1,2,1} = 0,5$ (с высокими потолками на арене и зрительской зоне, будет ряд потенциальных пожаров, которые недостаточно больших, чтобы активировать автоматическую систему пожаротушения);
 - $P_{2,2,1} = 0,95$ (это типичное значение, выбранное для эффективности автоматической системы пожаротушения в зонах с низкими потолками, таких как торговые помещения);
 - $P_{3,2,1} = 0,95$ (снова, это типичное значение, выбранное для эффективности автоматической системы пожаротушения в помещениях с низкими потолками, таких как склады).
- 11.3.42. Вероятности того, что автоматическая система пожаротушения не потушит пожар составляет: $P_{1,2,2} = 0,5$, $P_{2,2,2} = 0,05$ и $P_{3,2,2} = 0,05$.
- 11.3.43. Эффективность дымоудаления на арене и зрителей области $P_{1,2,2,1} = 0,7$ (на основе инженерного решения).
- 11.3.44. Вероятность того, что вентиляционная система дыма неэффективно является $P_{1,2,2,2} = 0,3$.
- 11.3.45. Предполагая, есть автоматически закрывающиеся двери между области арена - и - зрителя и торговых площадей, эффективность барьер $P_{1,2,2,2,1} = 0,9$ (двери предполагаются для предотвращения перемещения дыма, но не пожар как качество такого большого пространства вряд ли до вспышки).
- 11.3.46. Вероятность того, что эти барьеры являются неэффективными (не препятствуют дыма поток в розничной области) является $P_{1,2,2,2,2} = 0,1$. (Если нет двери между области арена - и - зрителя и торговых площадей, вероятности являются $P_{1,2,2,2,1} = 0$ и $P_{1,2,2,2,2} = 1,0$.)
- 11.3.47. Предполагая, есть автоматически закрывающиеся двери между области арена - и - зрителя и торговых площадей, эффективность барьер $P_{2,2,2,0,1} = 0,8$ (это необходимо, чтобы двери предотвратить распространение дыма и пожар как пост- перекрытия пожар внутри торговых площадей будет оспаривать дверь. Предположительно, двери будут сохранять свою целостность в течение некоторого времени).
- 11.3.48. Вероятность того, что эти барьеры являются неэффективными $P_{2,2,2,0,2} = 0,2$.
- 11.3.49. Предполагая, есть автоматически закрывающиеся двери между кладовой и арены и зрительских области и торговых площадей, эффективность барьер $P_{3,2,2,0,1} = 0,8$.
- 11.3.50. Вероятность того, что эти барьеры являются неэффективными является $P_{3,2,2,0,2} = 0,2$.
- 11.3.51. Относительная вероятность каждого сценария получается умножением вдоль пути, ведущего к сценарию. Например, условная вероятность, что если есть пожар, сценарий будет S5 является следующим:
- 11.3.52. $P_{S5} = P_1 \times P_{1,2} \times P_{1,2,2} \times P_{1,2,2,2} \times P_{1,2,2,2,2} = 0,2 \times 0,5 \times 0,5 \times 0,3 \times 0,1 = 0,0015$.

11.3.53. Этап 8 – Рассмотрение последствий

- 11.3.54. Оцените последствия каждого сценария с использованием инженерного решения. Следствием должны быть выражены в терминах соответствующей меры, такие как потеря жизни, вероятное количество травм или пожара стоимости. Оценки должны быть консервативным и может рассматривать зависящие от времени эффекты.
- 11.3.55. При выборе сценария проектного пожара, необходимо сделать оценку следствие каждого сценария с использованием инженерные решения. В этом примере, следствием была выражена с точки зрения количества людей, находящихся под угрозой. Это число явно не учитываются

сроки, например, относительного времени, при котором несостоятельными условия возникают по отношению к времени, необходимого для эвакуации людей пространство. Этот уровень оценки делается во время оценки опасности, которая следует за выбор сценариев проектного пожара.

11.3.56. Для этих примеров, предполагается, что нагрузка людей на арене и зрительских зонах составляет 2 000 человек, в торговом помещении 400, и в области хранения, 10.

11.3.57. Пожары происходящих на арене и зрительской зоне – Сценарии S1-S5:

11.3.58. Последствие, заданное сценарию S1. Пожар быстро потушен первичными средствами пожаротушения, практически отсутствует угроза для всех людей, не находящихся близко к пожару. Последствия сценария 1 незначительны, поэтому устанавливаются последствия $C_{S1} = 0$, что фактически означает, что последствия являются приемлемыми и почти неизбежными.

11.3.59. Последствие, заданное сценарию S2. Пожар не потушен первичными средствами, но потушен некоторое время спустя автоматической системой пожаротушения. Еще раз, мало угроза для всех, кто не находится близко к пожару. Следствием сценария 2 является незначительным, поэтому установить $C_{S2} = 0$ (последствия являются приемлемыми и почти неизбежно).

11.3.60. Последствие, заданное сценарию S3. Пожар не потушен первичными средствами, но потушен автоматической системой пожаротушения. Однако система вентиляции дым работает нормально, так что мало угроза для всех, кто не находится близко к пожару. Тем не менее, предположим, что следствием сценария 3 в том, что 1 % людей на арене и зрительской зоны находятся под угрозой, так $C_{S3} = 0,01 \times 2\,000 = 20$.

11.3.61. Последствие, заданное сценарию S4. Пожар не потушен первичными средствами или автоматической системой пожаротушения, и вентиляционная система дымоудаления не работает должным образом. Однако ограждения препятствуют передвижению дыма в торговой зоне. Предположим, что 50% людей первоначально на арене и в зрительской зоне, находятся под угрозой. Следствием сценария 4 является $C_{S4} = 0,5 \times 2\,000 = 1\,000$.

11.3.62. Последствие, заданное сценарию S5. Пожар не потушен первичными средствами или автоматической системой пожаротушения, система дымоудаления не работает должным образом, и ограждения не препятствуют передвижению дыма в торговой зоне области. Предположим, что 50% людей первоначально на арене и зрительской зоне находятся под угрозой, и что 10% людей первоначально в торговой зоне находятся под угрозой. Следствием сценария 5 является $C_{S5} = 0,5 \times 2\,000 + 0,10 \times 400 = 1\,040$.

11.3.63. Пожары, возникающие в торговой зоне - сценарии S6 до S9:

11.3.64. Последствие, заданное сценарию S6. Пожар быстро потушен первичными средствами, следовательно, не представляет угрозы для тех, кто не находится близко к пожару. Последствие сценария 6 является незначительным, поэтому установить $C_{S6} = 0$ (последствия являются приемлемыми и почти неизбежно).

11.3.65. Последствие, заданное сценарию S7. Пожар не потушен первичными средствами, но потушен некоторое время спустя автоматической системой пожаротушения. Снова, мало угроза для всех, кто не находится близко к пожару. Предположим, последствия сценария 7, заключается в том, что 0,5 % людей в торговой зоне находятся под угрозой, $C_{S7} = 0,005 \times 400 = 2$.

11.3.66. Последствие, заданное сценарию S8. Пожар не потушен первичными средствами или автоматической системой пожаротушения. Однако ограждения препятствуют распространению пожара и дыма из торговой зоны на арену и зрительских зоны. Если людям не придется эвакуироваться через торговые зоны, можно предположить, что 0% людей первоначально в арене и в зрительских зонах находятся под угрозой, и что 50% людей первоначально в торговых зонах находятся под угрозой. Последствие сценария 8 составляет $C_{S8} = 0,50 \times 400 = 200$.

11.3.67. Последствие, заданное сценарию S9. Пожар не потушен первичными средствами или время автоматической системой пожаротушения, и ограждения не предотвращают распространение пожара и дыма из торговой зоны в зону арены и зрительскую зону. Предположительно, 25% людей первоначально на арене и в зрительских зонах и 50% людей первоначально в торговой зоне находятся под угрозой. Последствие сценария 9 составляет $C_{S9} = 0,25 \times 2\,000 + 0,50 \times 400 = 700$.

11.3.68. Пожары, возникающие в области хранения - Сценарии S10 -S13:

11.3.69. Последствие, заданное сценарию S10. Пожар быстро потушен первичными средствами, так что нет никакой угрозы для тех, кто не находится близко к пожару. Последствия сценария 10 являются незначительными, поэтому установить $C_{S10} = 0$ (последствия являются приемлемыми и почти неизбежными).

11.3.70. Последствие, заданное сценарию S11. Пожар не потушен первичными средствами, но потушен некоторое время спустя автоматической системой пожаротушения. Снова небольшая угроза для всех, кто не находится близко к пожару. Последствия сценария 11 являются незначительными, поэтому установить $C_{S11} = 0$ (последствия являются приемлемыми и почти неизбежными).

- 11.3.71. Последствие, заданное сценарию S12. Пожар не потушен первичными средствами или автоматической системой пожаротушения. Однако ограждения препятствуют распространению пожара и дыма из зоны складские и зрительские зоны или на арену и зрительских зонах. Последствием сценарию 12 является незначительным, поэтому установить $C_{S12} = 0$ (последствия являются приемлемыми и почти неизбежно).
- 11.3.72. Последствие, заданное сценарию S13. Пожар не потушен первичными средствами или автоматической системой пожаротушения, а ограждения не препятствуют распространению пожара и дыма из зоны хранения в торговую зону или на арену и в зрительскую зону. Предположительно, 25 % людей первоначально на арене и в зрительских зонах и 25 % людей первоначально в торговой зоне находятся под угрозой. Следствием сценария 13 является $C_{S13} = 0,25 \times 2\,000 + 0,25 \times 400 = 600$.
- 11.3.73. **Этап 9 – Ранжирование рисков**
- 11.3.74. Присвоить класс сценарию в порядке относительного риска. Относительный риск оценивается путем умножения меры последствия сценария (этап 8) на вероятность его возникновения (этап 7).
- 11.3.75. Риск, связанный с каждым сценарием, рассчитывается как вероятность, умноженная на последствия. В таблице (п.11.3.76), приведена оценка риска каждого сценария, и представлен их общий рейтинг.
- 11.3.76. Таблица — Ранжирование рисков сценариев

Сценарий пожара	Вероятность	Последствие	Риск	Рейтинг
S1	0,10	0 (низкий)	0 (низкий)	4
S2	0,05	0 (низкий)	0 (низкий)	4
S3	0,035	20	0,70	3
S4	0,013 5	1 000	13,5	1
S5	0,001 5	1 040	1,56	2
S6	0,48	0 (низкий)	0 (низкий)	3
S7	0,114	2	0,228	2
S8	0,004 8	200	0,96	1
S9	0,001 2	700	0,84	1
S10	0,02	0 (низкий)	0 (низкий)	2
S11	0,171	0 (низкий)	0 (низкий)	2
S12	0,007 2	0 (низкий)	0 (низкий)	2
S13	0,001 8	600	1,08	1

- 11.3.77. **Этап 10 – Окончательный выбор и документация**
- 11.3.78. Выберите выше ранг сценарии пожара для количественного анализа. Выбранные сценарии должны представлять основную часть совокупного риска (сумма риска всех сценариев). Для точного анализа, может быть необходимо проанализировать все сценарии дерева событий. Документировать пожарные сценарии, выбранных для анализа. Они станут «сценариями проектного пожара».
- 11.3.79. Для пожаров, происходящих на арене и в зрительской зоне:
- 11.3.80. Сценарий S4 имеет наибольший риск и влечет за собой довольно тяжелые последствия. Должен быть предпринят проект для решения таких пожаров с потенциально значительными потерями. Возможно рассмотрение двух сценариев проектного пожара.
- Сценарий, при котором пожар растет до тех пор, пока не активируется автоматическая система пожаротушения. Это позволило бы удостовериться в пригодности проектируемой системы пожаротушения.
 - Сценарий, при котором пожар растет без активации автоматической системы пожаротушения (то есть, система пожаротушения не срабатывает). Это позволило бы удостовериться в пригодности проектируемой системы дымоудаления.
- 11.3.81. Пожары, возникающие в торговой зоне – Сценарий S9:
- 11.3.82. Сценарии S8 и S9 имеют примерно одинаковый риск и оба ведут к довольно тяжелым последствиям. Следует предпринять проект, рассматривающий эти пожары с потенциально тяжелыми потерями. Возможно, могут быть рассмотрены два сценария проектного пожара.
- Сценарий, при котором пожар растет до тех пор, пока не активируется автоматическая система пожаротушения. Это позволило бы удостовериться в пригодности проектируемой системы пожаротушения.

- b) Сценарий, при котором пожар растет без активации автоматической системы пожаротушения (то есть, система пожаротушения не срабатывает), и достигается вспышка. Это позволило бы удостовериться в пригодности проектируемых ограждений.

11.3.83. Пожары, возникающие в области хранения - Сценарий S13:

11.3.84. С сценарием S13 связан самый большой риск и довольно тяжелые последствия. Следует предпринять проект, рассматривающий этот пожар с потенциально тяжелыми потерями. Вновь возможно рассмотрение двух сценариев проектного пожара, особенно при желании подтвердить анализ некоторой избыточностью.

- a) Сценарий, при котором пожар растет до тех пор, пока не активируется автоматическая система пожаротушения. Это позволило бы удостовериться в пригодности проектируемой системы пожаротушения.
- b) Сценарий, при котором пожар растет без активации автоматической системы пожаротушения (то есть, система пожаротушения не срабатывает), и достигается вспышка. Это позволило бы удостовериться в пригодности проектируемых ограждений.

11.4. Оценка

11.4.1. Подход дерева событий, представленный в настоящем примере, не только полезен при выборе сценариев проектного пожара, но и в предоставлении проектировщику возможности убедиться, что все особенности проекта пожарной безопасности согласуются с вероятностями и последствия, введенными в дерево событий. Проектировщик должен удостовериться в том, что последствия, выраженные в виде людей, находящихся под угрозой, являются реалистичными с точки зрения, например, обеспечения соответствующей системы обнаружения и сигнализации, которая явно не представлена на дереве событий. Важно, чтобы вероятности, такие как вероятность успешной работы автоматической системы пожаротушения, быть реалистичными.

11.4.2. Дерево событий также полезно для выявления аспектов, которые могут быть усовершенствованы. Например, можно исследовать насколько изменения влияют на различные меры пожарной безопасности, предпринимая действия, которые дают повышенную вероятность и/или снижение последствия благоприятной меры.

12. ПРИМЕР 2. СЦЕНАРИИ ПРОЕКТНОГО ПОЖАРА НА СКЛАДЕ

12.1. Цель

12.1.1. Цель настоящего примера заключается в демонстрации того, как сценарии проектного пожара могут быть выбраны с помощью метода «десяти шагов», представленного в этом документе. В данном примере рассмотрен склад, содержащий один вид продукции. Цель пожарной безопасности заключается в защите собственности и сохранении непрерывности деятельности.

12.2. Описание здания и его использование

12.2.1. Пожар на товарном складе может привести к разрушительным потерям из-за высокой стоимости, сконцентрированной в данном типе здания, и поскольку оно является важным звеном в цепочке поставок. Такие потери могут быть связаны с быстрым ростом пожара, поскольку распределение горючих материалов в здании таково, что вентиляция каждого горючего материала и удержание тепла в газоотводном канале практически оптимизированы. Поэтому многие склады зависят от автоматических систем пожаротушения (устанавливаемых на потолке и, часто, внутри конструкций стеллажей, используемых для хранения товаров). В других случаях, можно полагаться только на тушение пожара вручную с помощью пожарного рукава. Полив из рукава могут быть очень эффективными в складских сооружениях, в случае если пожар наступит на самой ранней стадии, но не тогда, когда он распространяется полным ходом.

12.2.2. Настоящий пример включает.

- a) Склад, состоящий из негорючих строительных материалов.
- b) Весь объем хранения состоит из одного типа продукции, размещенной на стеллаже пять ярусов высотой.
- c) Доступ к товару осуществляется с помощью автопогрузчиков на ручном управлении (то есть, склад не автоматизирован).
- d) Система пожаротушения с режимом управления (см. ISO 13387-7 [\[13.1.35\]](#)).

12.3. Процедура

12.3.1. Этап 1 – Тип пожара

12.3.2. В этом примере, этапы 1 и 2 были инвертированы, чтобы лучше соответствовать расчету

12.3.3. Наиболее вероятные типы сценариев пожара и наиболее вероятных сценариев пожара высокого следствие были выявлены по статистике пожаров, падающих подходящих для строительства и размещения в стадии рассмотрения.

- a) скорее всего типы пожарных из 542 FM Global потерь при хранении, 1991-2000: поджог (32%), электроэнергия, связанных с (18%), воздействие пожара внешний на склад (12%), огневых работ, например, резки или сварки (8%), неосторожное обращение с курением материалов (8%), химическое действие, например, самовоспламенение (7 %); искра (6%) и горячая поверхность (5 %);
- b) высоким следствием пожара по типу: легковоспламеняющиеся жидкие разливы (из-за поджога или процесса работы), которые могут инициировать пожаров в нескольких местах.

12.3.4. Этап 2 – Местоположение пожара

12.3.5. Выберите места в здании, которые производят наиболее неблагоприятные сценарии пожара.

12.3.6. Наиболее неблагоприятные места:

- a) в нижней части стеллажа для хранения, в поперечном или продольном вентиляционном канале стеллажа, наиболее удаленном от потолочных шлангов или из стояка системы пожаротушения;
- b) в нижней части в один ярус "незаконном" хранении в проходе;
- c) в нижней части стойки хранения, когда есть дополнительная, "незаконными" ярус хранения.

12.3.7. Этап 3 – Потенциальная опасность пожара

12.3.8. Определить другие критические сценарии высокого следствием для рассмотрения. Если любой из этих сценариев, вероятно, будет более высокой следствием, чем те, которые определены ранее, необходимо, чтобы они были включены в набор для анализа. Они могут заменить менее опасными сценарии, которые похожи по своей природе.

12.3.9. Потенциальная опасность пожара включает хранение на стеллажах из следующих видов товаров, для тушения которых не предназначена автоматизированная система пожаротушения:

- a) хранение товаров, содержащих аэрозольные баллоны;
- b) хранения контейнеров с легковоспламеняющейся жидкостью;
- c) хранение товаров, содержащих в основном полимеры, которые плавятся и вытекают;
- d) хранение товаров, содержащих неупакованный (расширенный) пенопласт.

12.3.10. Этап 4 – Системы, влияющие на пожар

12.3.11. Выявить особенности систем и систем пожарной безопасности здания, которые могут оказать существенное влияние на ход пожара или развития непригодных условий.

12.3.12. Наиболее вероятные факторы по версии руководства 527 FM по глобальным потерям на складах, 1991-2000, включают человеческий фактор (см. этап 5, 31%), несоблюдение правил хранения (хранение в проходе или несоблюдение высоты хранения, 28%); неисправные защитные устройства (система сигнализации, блокировки, противопожарные двери, 9%), внешние воздействия (8%), неисправность автоматической системы пожаротушения (зависания, неадекватное расстояние или температура, траектория распыления воды, заблокированная препятствием, (5%), перекрытый клапан водоснабжения (5%), производственные операции в здании (4 %) .

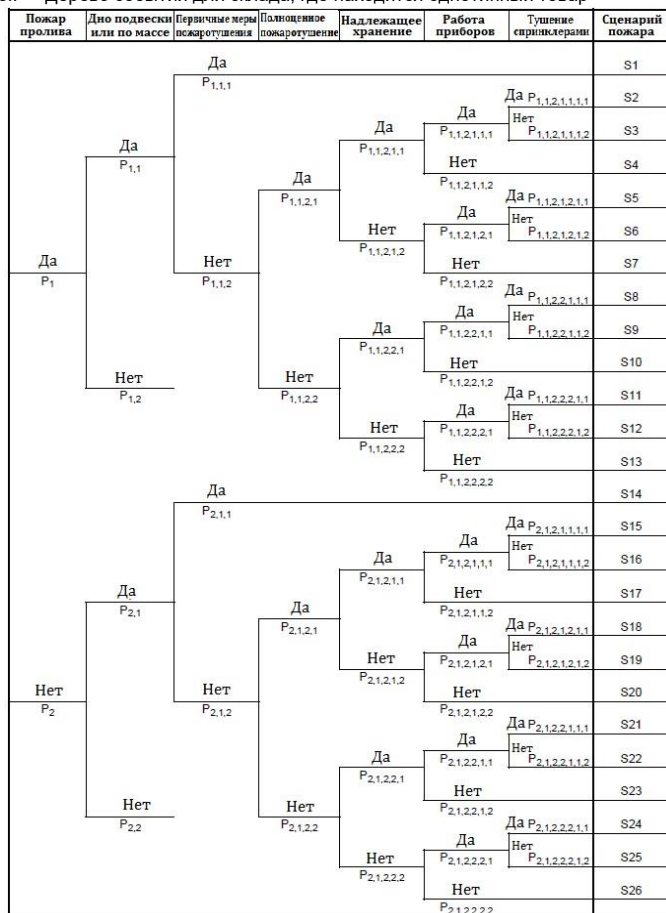
12.3.13. Этап 5 – Реакция пользователей

12.3.14. Определить характеристики реагирования людей, которые могут оказать существенное влияние на развитие пожара, например, растительных аварийного организации действий (не вызывающих пожарную службу, слишком рано закрывая клапаны или закрывая клапаны случайно, закрывая насосы, сохраняя пожар/дым двери открыты), либо реагирование пожарной службы слишком медленно или недостаточно.

12.3.15. Этап 6 – Дерево событий

12.3.16. Построить дерево событий, представляющий возможные состояния факторов, которые были определены как значительные. Путь через этого дерева представляет сценарий пожара для рассмотрения. Условия для проведения мероприятий дерева построены, начиная с начального состояния, такие как зажигание, а затем вилкой построена и филиалы добавлен с целью отразить каждое из возможных состояний следующего фактора. Этот процесс повторяется, пока все возможные состояния не были связаны. Каждый вилка построена на основе возникновения предшествующего состояния. Дерево событий приведено ниже на рисунке ([п. 12.3.17](#)) (необязательно, чтобы все сценарии были количественными).

12.3.17. Рисунок — Дерево событий для склада, где находится однотипный товар



12.3.18. Ветви дерева событий:

- 12.3.18.1. Ветка 1: Пожар с участием легковоспламеняющейся жидкости либо пожар разлива или другого типа. Как уже упоминалось выше, пожары разлива являются наиболее сложными для автоматических систем пожаротушения.
- 12.3.18.2. Ветка 2: Пожар начинается в нижней части стеллажа или в газоотводном канале или в другом месте. Оба варианта имеют примерно одинаковую вероятность, таким образом только вариант с возгоранием в нижней части стеллажа или в газоотводном канале будет принят здесь, поскольку он дает наиболее тяжелые последствия.
- 12.3.18.3. Ветка 3: Успешное или безуспешное тушение пожара первичными средствами.
- 12.3.18.4. Ветка 4: Проект автоматической системы пожаротушения подходит или не подходит для хранимого товара.
- 12.3.18.5. Ветка 5: Товар хранится в виде, не нарушающем или нарушающем проект автоматической системы пожаротушения.
- 12.3.18.6. Ветка 6: Автоматическая система пожаротушения находится в исправном или неисправном эксплуатационном состоянии. Например, она может быть перекрыта с целью ремонта.
- 12.3.18.7. Ветка 7: Автоматическая система пожаротушения тушит или не тушит пожар.

12.3.19. Этап 7 – Рассмотрение вероятности

12.3.20. Оцените вероятность возникновения каждого состояния, используя имеющиеся данные надежности и/или инженерные решения. Они могут быть обозначены в дереве событий. Оцените относительную вероятность каждого сценария путем умножения все вероятности вдоль пути, ведущего к сценарию.

12.3.21. Общая надежность системы пожаротушения составляет около 95 %, предполагая коммунального водоснабжения. Это существенно ниже, однако, когда горячая жидкость разлива загорается большую площадь хранения.

12.3.22. Различные условные вероятности были оценены с использованием статистики и инженерные решения следующим образом:

12.3.22.1. $P_1 = 0,16$ (пожар разлива);

12.3.22.2. $P_2 = 0,84$ (другой тип пожара);

12.3.22.3. $P_{1,1} = P_{2,1} = 0,5$ (пожар начинается либо в нижней части стеллажа или в газоотводном канале);

12.3.22.4. $P_{1,2} = P_{2,2} = 0,5$ (пожар начинается в другом месте);

12.3.22.5. $P_{1,1,1} = P_{2,1,1} = 0,7$ (подавление первого помощью успешно);

12.3.22.6. $P_{1,1,2} = P_{2,1,2} = 0,3$ (подавление первого помощью не увенчалось успехом);

12.3.22.7. $P_{1,1,2,1} = P_{2,1,2,1} = 0,9$ (проект автоматической системы пожаротушения подходит для хранимого товара);

12.3.22.8. $P_{1,1,2,2} = P_{2,1,2,2} = 0,1$ (проект автоматической системы пожаротушения не подходит для хранимого товара);

12.3.22.9. $P_{1,1,2,1,1} = P_{1,1,2,2,1} = P_{2,1,2,1,1} = P_{2,1,2,2,1} = 0,8$ (хранение товара соответствует требованиям проекта автоматической системы пожаротушения);

12.3.22.10. $P_{1,1,2,1,2} = P_{1,1,2,2,2} = P_{2,1,2,1,2} = P_{2,1,2,2,2} = 0,2$ (хранение товара не соответствует требованиям проекта автоматической системы пожаротушения);

12.3.22.11. $P_{1,1,2,1,1,1} = P_{1,1,2,1,1,2} = P_{1,1,2,2,1,1} = P_{1,1,2,2,1,2} = P_{2,1,2,1,1,1} = P_{2,1,2,1,1,2} = P_{2,1,2,2,1,1} = P_{2,1,2,2,1,2} = 0,9$ (автоматическая система пожаротушения находится в рабочем состоянии);

12.3.22.12. $P_{1,1,2,1,1,2} = P_{1,1,2,1,2,2} = P_{1,1,2,2,1,2} = P_{1,1,2,2,2,2} = P_{2,1,2,1,1,2} = P_{2,1,2,1,2,2} = P_{2,1,2,2,1,2} = P_{2,1,2,2,2,2} = 0,1$ (автоматическая система пожаротушения нерабочем состоянии);

12.3.22.13. для пожаров с участие легковоспламеняющихся жидкостей:

12.3.22.14. $P_{1,1,2,1,1,1,1} = 0,5$ (автоматическая система пожаротушения тушит пожар, но вероятность низка, поскольку разливы горячей жидкости могут воспламеняться на большой площади),

12.3.22.15. $P_{1,1,2,1,1,1,2} = 0,5$ (автоматическая система пожаротушения не тушит пожар),

12.3.22.16. $P_{1,1,2,1,2,1,1} = 0,4$ (автоматическая система пожаротушения тушит пожар, но вероятность еще ниже из-за неправильного хранения),

12.3.22.17. $P_{1,1,2,1,2,1,2} = 0,6$ (автоматическая система пожаротушения не тушит пожар),

12.3.22.18. $P_{1,1,2,2,1,1,1} = P_{1,1,2,2,2,1,1} = 0,1$ (автоматическая система пожаротушения тушит пожар, но вероятность очень мала, потому что товар несовместим с проектом автоматической системы пожаротушения),

12.3.22.19. $P_{1,1,2,2,1,1,2} = P_{1,1,2,2,2,1,2} = 0,9$ (автоматическая система пожаротушения не тушит пожар);

12.3.22.20. для других типов пожаров:

12.3.22.21. $P_{2,1,2,1,1,1,1} = 0,95$ (автоматическая система пожаротушения тушит пожар с типичной вероятностью успеха),

12.3.22.22. $P_{2,1,2,1,1,1,2} = 0,05$ (автоматическая система пожаротушения не тушит пожар),

12.3.22.23. $P_{2,1,2,1,2,1,1} = 0,75$ (автоматическая система пожаротушения тушит пожар, но вероятность низка из-за неправильного хранения),

12.3.22.24. $P_{2,1,2,1,2,1,2} = 0,25$ (автоматическая система пожаротушения не тушит пожар),

12.3.22.25. $P_{2,1,2,2,1,1,1} = P_{2,1,2,2,2,1,1} = 0,5$ (автоматическая система пожаротушения тушит пожар, но вероятность достаточно низкая, поскольку товар несовместим с проектом автоматической системы пожаротушения),

12.3.22.26. $P_{2,1,2,2,1,1,2} = P_{2,1,2,2,2,1,2} = 0,5$ (автоматическая система пожаротушения не тушит пожар).

12.3.23. Этап 8 – Рассмотрение последствий

12.3.24. Оцените последствия каждого сценария с использованием инженерных решений. Последствие должно быть выражено в соответствующих единицах измерения, такие как потеря жизни, вероятное количество травм или стоимость ущерба от пожара. Оценки должны быть консервативными и, могут учитывать воздействия, зависящие от времени.

- 12.3.25. В этом примере риск для людей получить травму низок. Максимальная последствие связано с прямым физическим ущербом (от \$50 млн до \$200 млн) и убытками из-за прерывания деятельности (от \$10 млн до \$200 млн, в зависимости от количества аналогичных складов у предприятия).
- 12.3.26. Последствие, назначенное для сценария S1 и S14: Пожар потушен первичными средствами тушения, так что повреждения ограничено, хотя повреждение является более распространенной для легковоспламеняющейся жидкости пожар. Предположим $C_{S1} = \$500\,000$ и $C_{S14} = \$100\,000$.
- 12.3.27. Для сценариев, в которых система пожаротушения тушит жидкий пожар разлива, следует предполагать существенный ущерб: $C_{S2} = C_{S5} = C_{S8} = C_{S11} = \$10\,000\,000$.
- 12.3.28. Для сценариев, в которых система пожаротушения тушит другого типа пожара, предположим, ущерб значительно меньше: $C_{S15} = C_{S18} = C_{S21} = C_{S24} = \$1\,000\,000$.
- 12.3.29. Для сценариев, в которых система пожаротушения не в состоянии потушить пожар, предположим, что максимальный ущерб: $C_{S3} = C_{S4} = C_{S6} = C_{S7} = C_{S9} = C_{S10} = C_{S12} = C_{S13} = C_{S16} = C_{S17} = C_{S19} = C_{S20} = C_{S22} = C_{S23} = C_{S25} = C_{S26} = \$400\,000\,000$.
- 12.3.30. **Этап 9 – Ранжирование рисков**
- 12.3.31. Ранг сценарии в порядке относительного риска. Относительный риск оценивается путем умножения меру следствие (этап 8) по вероятности возникновения (этап 7) сценария.
- 12.3.32. Таблица — Ранжирование относительного риска сценариев пожара

Сценарий пожара	Вероятность	Последствие	Риск	Рейтинг
S1	0,056	\$500 000	\$28 000	0
S2	0,007 776	\$10 000 000	\$77 760	0
S3	0,007 776	\$400 000 000	\$3 110 400	1
S4	0,001 728	\$400 000 000	\$691 200	3
S5	0,001 555 2	\$10 000 000	\$15 552	0
S6	0,002 332 8	\$400 000 000	\$933 120	2
S7	0,000 432	\$400 000 000	\$172 800	5
S8	0,000 172 8	\$10 000 000	\$1 728	0
S9	0,001 555 2	\$400 000 000	\$622 208	4
S10	0,000 192	\$400 000 000	\$76 800	0
S11	0,000 043 2	\$10 000 000	\$432	0
S12	0,000 388 8	\$400 000 000	\$155 520	6
S13	0,000 048	\$400 000 000	\$19 200	0
S14	0,294	\$100 000	\$29 400	0
S15	0,077 565 6	\$1 000 000	\$77 566	0
S16	0,004 082 4	\$400 000 000	\$1 632 960	4
S17	0,009 072	\$400 000 000	\$3 628 800	1
S18	0,015 309	\$1 000 000	\$15 309	—
S19	0,005 103	\$400 000 000	\$2 041 200	2
S20	0,002 268	\$400 000 000	\$907 200	5
S21	0,004 536	\$1 000 000	\$4 536	0
S22	0,004 536	\$400 000 000	\$1 814 400	3
S23	0,001 008	\$400 000 000	\$403 200	0
S24	0,001 134	\$1 000 000	\$1 134	0
S25	0,001 134	\$400 000 000	\$453 600	6
S26	0,000 252	\$400 000 000	\$100 800	0

12.3.33. **Этап 10 – Окончательный выбор и документация**

- 12.3.34. Выберите самый высокий упорядоченных сценарии пожара для количественного анализа. Выбранные сценарии должны представлять основную часть суммарного риска (сумма риска всех сценариев). Для тщательного анализа может потребоваться анализ всех сценариев дерева событий. Необходимо документировать сценарии пожара, выбранных для анализа. Они становятся «сценариями проектного пожара».

- 12.3.35. Независимо от того начинается пожар с разлива горючей жидкости или каким-либо другим способом, очевидно, что сценариями с самыми тяжелыми последствиями являются те сценарии, в которых автоматическая система пожаротушения не способна потушить пожар. Необходимо управления системой пожаротушения.
- 12.3.36. Могут быть представлены два сценария проектного пожара:
- а) Пожар начинается с разлива легковоспламеняющейся жидкости, что приводит к возгоранию в нескольких газоотводных каналах и в нижней части стеллажа. По меньшей мере один воспламенившийся стеллаж содержит один ярус с товаром, расположенным выше допустимого уровня. (Проектная цель заключается в разработке автоматической системы пожаротушения, способной контролировать пожар.)
 - б) Пожар начинается одним из других способов, помимо разлива легковоспламеняющейся жидкости и зажигает пожар в одном газоотводном канале. По меньшей мере один воспламенившийся стеллаж содержит один ярус с товаром, расположенным выше допустимого уровня. (Проектная цель заключается в разработке автоматической системы пожаротушения, способной контролировать пожар.)

13. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 13.1.1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123 от 22.07.08
- 13.1.2. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» № 384 от 30.12.2009
- 13.1.3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (Приложение к Приказу МЧС России от 30.06.2009 N 382 в ред. Приказа МЧС от 02.12.2015)
- 13.1.4. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (Приложение к приказу МЧС России от 10.07.09 № 404 в ред. Приказа МЧС России от 14.12.2010 № 649)
- 13.1.5. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности», 2-е изд. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2014, 225 с.
- 13.1.6. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2012, 241 с.
- 13.1.7. Проект стандарта ГОСТ Р ИСО 16730, Пожарно-технический анализ. Оценка, валидация и верификации методов расчета. Опубликован для публичного обсуждения на gost.sitis.ru
- 13.1.8. ISO 23932:2009 Fire safety engineering – General principles (Пожарно-технический анализ – Общие принципы)
- 13.1.9. ISO/TR 13387 (all parts), *Fire safety engineering* (ИСО/ТО 13387 (все части), *Пожарно-технический анализ*)
- 13.1.10. ISO/TR 13387-1:1999, *Fire safety engineering — Part 1: Application of fire performance concepts to design objectives* (Пожарно-технический анализ — Часть 1: Применение понятий характеристики пожара в целях его расчета)
- 13.1.11. ISO/TS 16732, *Fire safety engineering — Guidance on fire risk assessment* (Пожарно-технический анализ — Руководство по оценке риска возникновения пожаров)
- 13.1.12. ISO/TS 16733-2006(E), *Fire safety engineering — Selection of design fire scenarios and design fires* (Пожарно-технический анализ — Выбор сценария пожара и расчет характеристик)
- 13.1.13. Babrauskas, V., Heat Release Rates, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3rd edition, National Fire Protection Assn 1), 2002, Section 3, Chapter 1 (1) Quincy, Mass., USA. (Бабраускас, В., Скорость выделения тепла, Справочник SFPE по противопожарной защите, 3-е издание, Национальная ассоциация противопожарной защиты 1), 2002, раздел 3, глава 1 (1), Куинси, Массачусетс, США)
- 13.1.14. Walton, W.D., Thomas, P.H., Estimating Temperatures in Compartment Fires, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3rd edition, National Fire Protection Assn, 2002, Section 3, Chapter 6 (Уолтон, В. Д. Томас, П. Н., Оценка температур пожара в помещении, Справочник SFPE по противопожарной защите, 3-е издание, Национальная ассоциация противопожарной защиты, 2002, раздел 3, глава 6)
- 13.1.15. Drysdale, D., An Introduction to Fire Dynamics, 2nd edition, John Wiley and Sons, New York, USA 1999, Chapter 10 (Драйздейл Д., Введение в динамику пожаров, 2-е издание, Джон Уайли и сыновья, Нью-Йорк, США, 1999, Глава 10)
- 13.1.16. Драйздейл Д. Введение в динамику пожаров; Под ред. Кошмарова Ю.А., Макарова В.Е.- М.: Стройиздат, 1990 г. 424 стр.
- 13.1.17. Marchant, R., Nabeel, K., Wise, S., Development and Application of the Fire Brigade Intervention Model, Fire Technology, Vol. 37 (2001), pp. 263-278 (Марчант, Р., Набил, К., Уайз, С., Разработка и применение модели вмешательства пожарной команды)
- 13.1.18. Bénichou, N., Kashef, A., Hadjisophocleous, G., Fire Department Response Model (FDRM) and Fire Department Effectiveness Model (FDEM) Theory Report, Internal Report No. 842, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, Ottawa 2002 (Бенишу, Н., Кашеф А., Хаджисофоклеус Г., Отчет о теории модели реагирования пожарной службы (FDRM) и модели эффективности пожарной службы (FDEM))
- 13.1.19. NFPA 204, Standard for Smoke and Heat Venting, National Fire Protection Assn, 2002 (Стандарт NFPA 204 по отводу дыма и высокой температуры)
- 13.1.20. Ohlemiller, T.J., Smoldering Combustion, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3rd edition, National Fire Protection Assn, 2002, Section 2, Chapter 9 (Олемиллер, Т.Дж., Тлеющее горение, Справочник SFPE по противопожарной защите)
- 13.1.21. Babrauskas, V., Lawson, J.R., Walton, W.D., Twilley, W.H., Upholstered Furniture Heat Release Rates Measured With a Furniture Calorimeter, NBSIR 82-2604, National Institute of Standards and Technology, Washington 1982 (Бабраускас, В., Лоусон, Дж.Р., Уолтон, В.Д. Твиллей В.Х., Скорость выделения тепла от мебели с мягкой обивкой, измеренная с помощью калориметра)

- 13.1.22. Janssens, M., Calorimetry, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3rd edition, National Fire Protection Assn, 2002, Section 3, Chapter 2 (Янссенс, М., Калориметрия, Справочник SFPE по противопожарной защите, 3-е издание, Национальная ассоциация противопожарной защиты, 2002, раздел 3, глава 2)
- 13.1.23. CBUF, Fire safety of upholstered furniture — The final report on the CBUF research programme ed. Sundstrom, B., Interscience Communications Ltd, London 1996 (CBUF, Пожарная безопасность мягкой мебели — финальный отчет исследовательской программы CBUF под ред. Сандстром, Б.)
- 13.1.24. ISO 9705, Fire tests — Full-scale room test for surface products (Испытания на огнестойкость — Натурные испытания поверхностных изделий в помещении)
- 13.1.25. Wickstrom, U., Application of the Standard Fire Curve for Expressing Natural Fires for Design Purposes, Fire Safety: Science and Engineering, ASTM STP 882 or SP-RAPP 1986:19 (Уикстром, У., Применение кривой стандартного пожара для выражения лесных пожаров в расчетных целях, Пожарная безопасность: наука и техника, ASTM STP 882 или SP-RAPP 1986: 19)
- 13.1.26. EN 1991-1-2:2002, Eurocode 1. Actions on structures. General Actions. Actions on structures exposed to fires, Annex A (Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости. Приложение А)
- 13.1.27. EN 1991-1-2:2002, Eurocode 1. Actions on structures. General Actions. Actions on structures exposed to fires, Annex B (Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости. Приложение Б)
- 13.1.28. Перевод ТКП EN 1991-1-2-2009. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-2. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости. Приложение А
- 13.1.29. Перевод ТКП EN 1991-1-2-2009. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-2. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости. Приложение Б
- 13.1.30. The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3rd edition, National Fire Protection Assn, 2002 (Справочник SFPE по противопожарной защите, 3-е издание, Национальная ассоциация противопожарной защиты, 2002)
- 13.1.31. International Fire Engineering Guidelines, Australian Building Codes Board, Canberra, Australia; Department of Building and Housing, Wellington New Zealand; National Research Council Canada, Ottawa, Canada, and International Code Council, Falls Church, VA, USA, 2005 (Международные руководящие принципы пожарной безопасности, Австралийский совет по строительным нормам, Канберра, Австралия; Департамент строительства и жилищного строительства, Веллингтон, Новая Зеландия; Национальный исследовательский совет Канады, Оттава, Канада, и Международный совет кодекса, Фолс-Черч, Виргиния, США, 2005)
- 13.1.32. BS 7974:2001, Parts 0 to 7, Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Code of practice, British Standards Institution, London, UK, 2001 (Применение принципов пожарнотехнического анализа при проектировании зданий — Свод правил)
- 13.1.33. ISO/TS 16732:2005, Fire safety engineering — Guidance on fire risk assessment (Пожарнотехнический анализ. Руководство по оценке риска возникновения пожаров)
- 13.1.34. ISO/TR 13387-2, Fire safety engineering — Part 2: Design fire scenarios and design fires (Пожарнотехнический анализ — Часть 2: Сценарии проектного пожара и проектный пожар)
- 13.1.35. ISO/TR 13387-7, Fire safety engineering — Part 7: Detection, activation and suppression (Пожарнотехнический анализ — Часть 7: Обнаружение, активация и тушение пожара)
- 13.1.36. ISO/TR 13387-8, Fire safety engineering — Part 8: Life safety — Occupant behavior, location and condition (Пожарнотехнический анализ — Часть 8: Безопасность жизни — Поведение людей, определение и местонахождения и состояния)
- 13.1.37. BS PD 7974-0:2002. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Part 0: Guide to the design frame-work and fire safety engineering procedures, British Standards Institution (BSI), London, UK, 2002 («Применение принципов пожарнотехнического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 0: Руководство по системе расчета и процедурам пожарнотехнического анализа»)
- 13.1.38. BS PD 7974-1:2002. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Part 1: (Sub-system 1) Initiation and development of fire within the enclosure of origin, British Standards Institution (BSI), London, UK, 2002 («Применение принципов пожарнотехнического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 1: (Подсистема 1) Возникновение и развитие пожара внутри помещения, где произошло возгорание»)
- 13.1.39. BS PD 7974-2:2002. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Part 2: (Sub-system 2) Spread of smoke and toxic gases within and beyond the enclosure of origin, British Standards Institution (BSI), London, UK, 2002 («Применение принципов пожарнотехнического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 2: (Подсистема 2) Распространение дыма и токсичных газов внутри и за пределы помещения, где произошло возгорание»)

- 13.1.40. BS PD 7974-3:2002. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Part 3: (Sub-system 3) Structural response and fire spread beyond the enclosure of origin, British Standards Institution (BSI), London, UK, 2002 («Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 3: (Подсистема 3) Поведение конструкции и распространение пожара за пределы помещения, где произошло возгорание»)
- 13.1.41. BS PD 7974-4:2002. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Part 4: (Sub-system 4) Detection of fire and activation of fire protection systems, British Standards Institution (BSI), London, UK, 2002 («Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 4: (Подсистема 4) Обнаружение пожара и активация систем противопожарной защиты»)
- 13.1.42. BS PD 7974-5:2002. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings Part 5: (Sub-system 5) Fire service intervention, British Standards Institution (BSI), London, UK, 2002 («Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 5: (Подсистема 5) Работа пожарных подразделений»)
- 13.1.43. BS PD 7974-7:2003. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Part 7: Probabilistic fire risk assessment, British Standards Institution (BSI), London, UK, 2003 («Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 7: Вероятностная оценка пожарного риска»)
- 13.1.44. BS PD 7974-6:2002. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Part 6: (Sub-system 6) Evacuation, British Standards Institution (BSI), London, UK, 2002 («Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска.»)
- 13.1.45. Перевод BS PD 7974-0:2002. «Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 0: Руководство по структуре проектирования и методам пожарно-технического анализа», Британский институт стандартов (BSI), г. Лондон, Великобритания, 2002 год
- 13.1.46. Перевод BS PD 7974-1:2002. «Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 1: (Подсистема 1) Возникновение и развитие пожара внутри помещения, где произошло возгорание», Британский институт стандартов (BSI), г. Лондон, Великобритания, 2002 год
- 13.1.47. Перевод BS PD 7974-2:2002. «Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 2: (Подсистема 2) Распространение дыма и токсичных газов внутри и за пределы помещения, где произошло возгорание», Британский институт стандартов (BSI), г. Лондон, Великобритания, 2002 год
- 13.1.48. Перевод BS PD 7974-3:2002. «Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 3: (Подсистема 3) Поведение конструкции и распространение пожара за пределы помещения, где произошло возгорание», Британский институт стандартов (BSI), г. Лондон, Великобритания, 2002 год
- 13.1.49. Перевод BS PD 7974-4:2002. «Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 4: (Подсистема 4) Обнаружение пожара и активация систем противопожарной защиты», Британский институт стандартов (BSI), г. Лондон, Великобритания, 2002 год
- 13.1.50. Перевод BS PD 7974-5:2002. «Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 5: (Подсистема 5) Работа пожарных подразделений», Британский институт стандартов (BSI), г. Лондон, Великобритания, 2002 год
- 13.1.51. Перевод BS PD 7974-6:2002. «Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 6: (Подсистема 6) Эвакуация», Британский институт стандартов (BSI), г. Лондон, Великобритания, 2002 год
- 13.1.52. Перевод BS PD 7974-7:2003. «Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 7: Вероятностная оценка пожарного риска», Британский институт стандартов (BSI), г. Лондон, Великобритания, 2003 год
- 13.1.53. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. 118 с. ISBN – 59229-0011-0
- 13.1.54. Г.Т.Земский. Физико-химические и огнеопасные свойства органических химических соединений. (Справочник в двух книгах) – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009, книга 1, 502 с. ISBN – 5-901140-55-9».
- 13.1.55. Г.Т.Земский. Физико-химические и огнеопасные свойства органических химических соединений. (Справочник в двух книгах) – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009, книга 2, 458 с. ISBN – 5-901140-55-9».
- 13.1.56. А. Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. – М.: «Пожнаука», 2004. – Часть I. – 713 с. ISBN – 5-901283-02-3.

- 13.1.57. А. Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. – М.: «Пожнаука», 2004. – Часть II. – 774 с. ISBN – 5-901283-02-3.
- 13.1.58. СИТИС-СПН-1 «Пожарная нагрузка». Справочник. ООО «СИТИС», 2014. 54 с.
- 13.1.59. BS 7974:2001. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings – Code of practice (Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий. Свод правил)