ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 51901.10— 2009/ ISO/TS 16732:2005

Менеджмент риска

ПРОЦЕДУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНЫМ РИСКОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ

(ISO/TS 16732:2005, Fire safety engineering — Guidance on fire risk assessment, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного документа, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 10 «Перспективные производственные технологии, менеджмент и оценка рисков»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 1242-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному документу ISO/TS 16732:2005 «Пожарная безопасность. Руководство по оценке пожарного риска» (ISO/TS 16732:2005 «Fire safety engineering — Guidance on fire risk assessment», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного документа для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Октябрь 2019 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2005 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2010, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 1
4 Применимость оценки пожарного риска . . . 5
5 Краткий обзор менеджмента пожарного риска . . . 5
6 Основные этапы оценки пожарного риска . . . 6
7 Неопределенность, чувствительность, прецизионность и смещение . . . 15
8 Сравнительная оценка риска возникновения пожара . . . 16
Приложение А (справочное) Дополнительные определения . . . 19
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам . . . 20
Библиография . . . 21

Введение

Система менеджмента риска является частью интегрированной системы менеджмента организации и предназначена для управления организацией в области риска. Процесс менеджмента риска включает в себя установление области и целей применения, идентификацию, оценку, обработку, мониторинг, анализ и обмен информацией о риске. Менеджмент риска охватывает природные, технические, экономические, социальные и другие опасности. Диапазон ее применения включает в себя охрану здоровья людей, безопасность, предотвращение экономических потерь, обеспечение выполнения требований постановлений правительства и т. п. Одним из важнейших направлений в этой сфере является менеджмент пожарного риска организации.

Внедрение системы менеджмента риска в области пожарного риска в организациях позволяет перейти от корректирующего подхода к управлению пожарным риском на основе соблюдения законодательных, нормативно-правовых актов и обязательных требований менеджмента риска. Применение системы менеджмента риска к пожарному риску позволяет снизить пожарные риски, сократить потери, в том числе человеческие, а также постоянно улучшать деятельность организации в области управления пожарным риском.

Настоящий стандарт предназначен для специалистов, занимающихся разработкой и внедрением системы менеджмента риска и включает рекомендации по работе с пожарным риском в рамках системы менеджмента риска. Стандарт не содержит обязательных требований в области пожарной безопасности.

При использовании настоящего стандарта оценку пожарного риска для конкретного объекта защиты необходимо выполнять в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов Российской Федерации в области обеспечения пожарной безопасности, в том числе «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» (ФЗ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ), «Порядка проведения расчетов по оценке пожарного риска» (от 31 марта 2009 г. № 272); «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (приказ МЧС от 30 июня 2009 г. № 382, зарегистрирован в Минюсте 6 августа 2009 г. № 14486); «Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (приказ МЧС от 10 июля 2009 г. № 404, зарегистрирован в Минюсте 17 августа 2009 г. № 14541).

Настоящий стандарт способствует внедрению требований вышеназванного технического регламента и методик оценки риска, утвержденных МЧС России, и является инструментом, обеспечивающим эффективное применение установленных в них требований.

При применении настоящего стандарта следует учитывать, что представленные в нем определения терминов идентичны ISO/TS 16732:2005, однако не все они в полной мере соответствуют Федеральному закону № 123-ФЗ от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Ниже приведены термины, использованные в настоящем стандарте и связанные с пожарным риском, в соответствии с ФЗ № 123-ФЗ от 22 июля 2008 г.:

- пожарная опасность объекта защиты: Состояние объекта защиты, характеризуемое возможностью возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара;

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

- допустимый пожарный риск: Пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий;

- индивидуальный пожарный риск: Пожарный риск, который может привести к гибели человека в рез- ультате воздействия опасных факторов пожара;

- социальный пожарный риск: Степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия опасных факторов пожара.

Применяемый в настоящем стандарте международный документ разработан Техническим комитетом ИСО/ТС 92 «Пожароопасность».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Менеджмент риска

ПРОЦЕДУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНЫМ РИСКОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Risk management. Fire risk management in enterprise

Дата введения — 2010—12—01

1 Область применения[1)]

Настоящий стандарт содержит основные положения менеджмента пожарного риска и устанавливает основные принципы анализа и интерпретации пожарного риска. Эти принципы могут быть применены ко всем ситуациям, связанным с пожаром, всем установленным конфигурациям и типам сценариев пожара.

Настоящий стандарт представляет собой руководство по разработке и документированию процедур менеджмента и оценки риска в конкретной ситуации, например выявлению возможных типов сценариев пожара. При этом должны быть определены основные этапы менеджмента и оценки пожарного риска, а также описаны процедуры по выбору метода оценки количества опасных событий в пределах установленного периода времени.

Принципы количественной оценки пожарного риска представлены в настоящем стандарте в виде основных этапов оценки риска. Эти этапы рассмотрены по отношению к системе менеджмента пожарного риска (см. [3]). Основные этапы включают исследование сценариев, характеристик вероятности опасных событий, последствий этих событий и приводят к определению количественной оценки совокупного пожарного риска. В стандарте приведены также формы обработки полученной информации и интерпретации пожарного риска. Кроме того, в стандарте приведена процедура исследования неопределенности количественной оценки и интерпретации пожарного риска.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ISO 921:1997[2)], Nuclear energy — Vocabulary (Ядерная энергия. Словарь)

ISO 2394:1998[3)], General principles on reliability for structures (Общие принципы проверки надежности строительных конструкций)

ISO 13943:2000[4)], Fire safety — Vocabulary (Пожарная безопасность. Словарь)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

Примечание — Приведенные ниже определения терминов применимы к оценке пожарного риска. В приложении А приведены дополнительные определения терминов, которые описывают некоторые методы анализа пожарного риска и могут быть применены при оценке пожарного риска, но не используются в настоящем стандарте.

[1)] Стандарт не содержит обязательных требований в области пожарной безопасности и предназначен для специалистов, занимающихся разработкой и внедрением системы менеджмента риска в своей организации.

[2)] Отменен.

[3)] Заменен на ISO 2394:2015.

[4)] Заменен на ISO 13943:2017.

Издание официальное

3.1 **критерий допустимости** (acceptance criteria): Допустимое значение риска, установленное до начала оценки риска, на основе которого можно отделить приемлемый пожарный риск от неприемлемого.

Примечания

1 См. также «допустимый пожарный риск».

2 Критерии приемки, необходимые для описания приемлемого пожарного риска, могут быть неколичественными.

3.2 **сценарий поведения** (behavioural scenario): Описание последовательности действий и поведения человека в ходе пожара.

Примечание — Для дополнительной информации см. [6].

3.3 **структура окружающей среды** (built environment): Все конструкции или транспортные средства, окружающие объект защиты.

Пример — Кроме зданий, конструкции охватывают туннели, мосты, прибрежные платформы и шахты.

3.4 **последствие** (consequence): Результат события, выражаемый положительно или отрицательно, количественно или качественно.

3.5 **проект сценария пожара** (design fire scenario): Установленный сценарий пожара, по которому проводят детерминированный инженерный анализ пожарной опасности.

3.6 **технический анализ** (engineering judgement): Процесс, осуществляемый экспертом, который благодаря соответствующему уровню квалификации, образования, опыта и навыков способен применить, дополнить, принять или отклонить элементы количественного анализа.

3.7 **дерево событий** (event tree): Древовидная схема, используемая для определения потенциально возможных сценариев пожара, которые могут произойти в результате реализации одного варианта начальных условий.

Примечание — Дерево событий для сценария пожара строят на основе последовательности событий во времени, начиная от условий возникновения пожара и до полного его окончания. Для введения в анализ дерева решений см., например, Raiffa [11].

3.8 **дерево неисправностей** (fault tree): Древовидная схема, основанная на применении логических элементов «и/или», используемая для идентификации последовательности отказов оборудования и/или ошибок человека, которые приводят к отказам системы или опасным событиям.

Примечания

1 См. [3].

2 Сценарий пожара в методе дерева неисправностей используют путем описания результирующего критического события и одной из альтернатив, применяя установленную логическую последовательность событий, которые могут произойти в результате этого критического события. Для введения в анализ дерева неисправностей решений см., например, Raiffa [11].

3.9 **пожарная опасность** (fire hazard): Возможность возникновения или развития пожара и его неблагоприятных последствий для людей и материальных ценностей.

[ИСО 13943:2000]

Примечание — С позиций оценки пожарного риска термин «пожарная опасность» можно трактовать как размер возможных последствий или как потенциальную опасность для физического объекта или физических условий, которые могут быть причиной (случайной или детерминистической) реализации определенных сценариев пожара.

3.10 **пожарный риск** (fire risk): a) Риск события или сценария — сочетание вероятности реализации этого события или сценария и его последствий, часто выражаемое в виде произведения вероятности и величины последствий; b) риск объекта защиты — сочетание вероятности и последствий событий или сценариев для соответствующего объекта защиты, часто выражаемое в виде суммы рисков этих событий или сценариев.

3.11 **допустимый пожарный риск**[1)] (fire risk, acceptable): Риск, удовлетворяющий установленным критериям допустимости и не требующий внесения изменений в объект защиты.

Примечание — См. «критерии приемки».

---

1) При применении настоящего стандарта необходимо учитывать, что определение данного термина не в полной мере соответствует определению термина по ФЗ № 123-ФЗ от 22 июля.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (*Прим. пер.*).

3.12 **оценка пожарного риска** (fire risk assessment): Установленная процедура оценки пожарного риска объекта защиты (конструкций зданий и сооружений, а также других объектов исследований) с учетом установленных критериев допустимости риска.

3.13 **кривая пожарного риска** (fire risk curve): Графическое представление пожарного риска в виде зависимости совокупной вероятности от последствий, обычно изображаемое на осях в логарифмическом масштабе.

3.14 **сравнительная оценка пожарного риска** (fire risk evaluation): Сопоставление оценки риска, полученной при анализе пожарного риска, с приемлемым риском в соответствии с установленными критериями допустимости риска.

3.15 **матрица пожарного риска** (fire risk matrix): Матричное представление данных[1)], в котором группы сценариев возникновения пожара описаны путем ранжирования вероятностей сценариев, записанных в виде строк или столбцов, и ранжирования расчетной нагрузки (т. е. размера или интенсивности пожара), записанной в виде столбцов или строк, так что записи в ячейках матрицы в итоге являются приемлемыми последствиями для каждой группы сценариев.

Примечание — Этот подход неявно предполагает, что сам по себе объект защиты не имеет влияния на размер или интенсивность пожара, а в большей мере влияет сценарий пожара для данного объекта защиты, рассматриваемый как внешняя нагрузка.

3.16 **сценарий пожара** (fire scenario): Качественное описание последовательного течения пожара во времени от причины до нежелательного последствия, при этом должны быть идентифицированы ключевые события, которые характеризуют конкретный пожар и отличают его от других пожаров.

[ИСО/ТУ16733] (см. [5])

Примечание — Сценарий пожара обычно определяет возгорание и процесс развития пожара, описание полностью развитой стадии пожара и стадию распада, а также окружающие условия и систему зданий и сооружений, которые влияют на течение пожара. Сценарий пожара используют для детерминированного анализа пожара (см. «проект сценария пожара») или оценки пожарного риска.

3.17 **представительный сценарий пожара** (fire scenario, representative): Определенный сценарий пожара, выбранный из группы сценариев пожара, в соответствии с предположением, что последствия представительного сценария пожара позволяют провести разумную оценку средних последствий сценариев в данной группе сценариев пожара.

Примечание — См. «сценарий пожара»; «группа сценариев пожара» и основные этапы процедуры, описанные в [3].

3.18 **группа сценариев пожара** (fire scenario cluster): Подмножество сценариев пожара, представляющих собой часть полной группы возможных сценариев пожара, такое, что оценка вероятности сценария может быть задана по группе сценариев пожара.

Примечание — См. «сценарий пожара»; «представительный сценарий пожара» и основные этапы процедуры, описанные в [3].

3.19 **опасность** (hazard): Источник потенциального вреда или ситуация с потенциальной возможностью нанесения вреда.

3.20 **предельное состояние** (limit state): Состояние, при усугублении которого объект защиты не удовлетворяет установленным к нему требованиям.

[ИСО 2394:1998]

Примечание — При оценке пожарного риска «предельное состояние» определяет порог или границу неблагоприятных последствий. Обычно при описании сценария развития пожара учитывают также временную последовательность событий. Это означает, что объект защиты может вернуться к состоянию, когда предельное состояние не нарушено.

3.21 **вероятность безотказной работы** (reliability): Вероятность выполнения объектом требуемой функции в заданных условиях и в заданном интервале времени.

[ИСО 921:1997]

Примечание — Показатель вероятности безотказной работы применяют при анализе конструкции зданий или объектов, влияющих на развитие пожара. Требования к вероятности безотказной работы должны быть

[1)] Данные — это информация, представленная в формализованном виде, пригодном для ее передачи, интерпретации и обработки человеком или автоматическими средствами (ГОСТ 34.320—96).

учтены при разработке сценария пожара и должны учитывать последствия, связанные с этим сценарием. Также возможна ситуация, при которой требования могут быть заданы диапазоном частичного функционирования или частичного отказа. В этом случае для вероятности безотказной работы исследуемого объекта необходимо специальное определение.

3.22 **индивидуальный пожарный риск** (risk individual): Пожарный риск, характеризующий последствия для отдельного человека с учетом его особенностей.

Пример — Если под пожарным риском понимают вероятность нежелательного последствия, например смерти, тогда можно провести количественную оценку индивидуального пожарного риска. Обычно ее представляют в виде количества событий за период времени, за который оценивают вероятность возникновения нежелательных последствий для конкретного человека. Риск может быть выражен в виде условий подверженности опасности, например нахождение в опасном месте. Индивидуальный пожарный риск не зависит от количества людей в противоположность социальному пожарному риску.

3.23 **социальный пожарный риск** (risk societal): Пожарный риск, характеризующий последствия для каждого человека и/или группы в целом.

Примечания

1 Комбинация последствий для всех вовлеченных сторон связана с общей вероятностью возникновения инцидента. Социальный пожарный риск обычно равен сумме индивидуальных пожарных рисков всех вовлеченных лиц, но может быть представлен в виде отношения интенсивности к количеству подверженных пожару людей или людей, находящихся в опасных условиях, в этом случае социальный пожарный риск выражают в форме, непосредственно сопоставимой с индивидуальным пожарным риском.

2 При подсчете социального пожарного риска следует учитывать, что некоторые последствия для одного человека могут отменять последствия для другого человека. Например, потери, связанные с непрерывностью бизнеса, испытанные одной компанией, могут вызвать увеличение дохода конкурента, не затронутого пожаром.

3.24 **принятие риска** (risk acceptance): Решение принять предполагаемый риск, основанное на его соответствии критерию допустимости или на принятом решении об изменении этого критерия.

3.25 **обмен информацией о риске** (risk communication): Взаимная передача или разделение информации о риске между лицом, принимающим решение, и другими причастными сторонами.

3.26 **менеджмент риска** (risk management): Скоординированные действия по управлению организацией в области риска, включая процессы, процедуры и соответствующий уровень культуры организации, направленные на непрерывное обеспечение выполнения установленных критериев допустимости риска.

Примечание — Обычно менеджмент риска включает в себя оценку риска, обработку риска, принятие риска и обмен информацией о риске.

3.27 **обработка риска** (risk treatment): Процесс выбора и осуществления мер по изменению риска, обычно не предусматривающий изменение объекта защиты (например, при управлении средствами пожарной безопасности).

Примечание — Термин «обработка риска» иногда используют для обозначения самих действий по обработке риска.

3.28 **чувствительность** (sensitivity): Показатель или характеристика степени изменения системы при небольших изменениях в ней.

Примечание — При оценке пожарного риска анализ «чувствительности» включает в себя вычисления, связанные с небольшими изменениями каждой переменной, параметра и/или их взаимосвязи, которые могут быть полезны при определении приоритетов для последующего анализа «неопределенности». При этом особое внимание уделяют тем переменным и параметрам, которые оказывают наибольшее воздействие на результаты, а их изменение наиболее вероятно приведет к изменениям заключений по результатам анализа.

3.29 **неопределенность** (uncertainty): Количественная характеристика ошибки (случайной и/или систематической), соответствующей результатам наблюдений, значениям переменных, параметров, математических выражений или неизвестных величин.

Примечание — См. «распространение неопределенности».

3.30 **распространение неопределенности** (uncertainty propagation of): Математический анализ неопределенности при окончательной оценке риска как функции неопределенности переменных, параметров, данных и математических выражений.

Примечание — См. «неопределенность».

3.31 **изменчивость** (variability): Количественная характеристика функции распределения переменных, параметров или состояний.

4 Применимость оценки пожарного риска[1)]

4.1 Условия, в которых полезно выполнение оценки пожарного риска

Оценка пожарного риска полезна в ситуациях, когда рассматривают сценарии с низкой вероятностью реализации, но высоким уровнем последствий, например следующие:

a) большое количество незащищенных людей, уязвимость которых следует из их состояния: сон, немощность, возрастные особенности, плохое самочувствие или неосведомленность;

b) пожар с очень высокой интенсивностью огня;

c) большое количество транзитных топливных грузов, особенно в уязвимых областях, например по путям эвакуации.

Оценка пожарного риска также полезна в ситуациях, когда пространственные характеристики области распространения огня, обычно используемые при детерминированных оценках пожарного риска, являются недостаточными в случае серьезности последствий события. К таким ситуациям относятся случаи, когда:

a) большая концентрация имущества на малых территориях;

b) большая уязвимость, например при поддержании чистоты помещений;

c) объект, значимость которого не определяется его физическими размерами или стоимостью, например кабели, управляющие оборудованием, которое предназначено для обеспечения безопасности объекта ядерной энергетики;

d) основная форма нанесенного вреда имуществу не связана с прямым повреждением, например большой пожар может нанести экологический ущерб, существенные потери для репутации или потребовать больших затрат для сохранения бизнеса;

e) свойства были изменены при использовании, перестройке или реконструкции.

4.2 Условия, при которых оценка пожарного риска важна

Оценка пожарного риска важна в ситуации, когда разработанная система пожарной безопасности не может охватить все сценарии пожара в организации. Это обычно происходит в случае, когда детерминированная обработка небольшого числа сценариев пожара не охватывает полный пожарный риск.

Оценка пожарного риска существенна в случае, когда вероятность безотказной работы критична для рассматриваемого объекта. Например, обычно требуют проведения оценки пожарного риска, если необходимо подробно оценить защищенность объекта защиты, основанную на отдельной системе пожарной безопасности.

Оценка пожарного риска существенна, когда изменчивость входных параметров оказывает существенное воздействие на результаты. Оценка пожарного риска необходима там, где имеются существенные различия в переменных, таких как численность людей, их характеристики или интенсивность роста пожара, а детерминированный анализ показывает, что возможны комбинации переменных, не всегда обеспечивающие необходимую безопасность.

Оценка пожарного риска имеет важное значение в ситуации, где необходим анализ широкого диапазона сценариев пожара. Оценка пожарного риска необходима, когда большое количество различных сценариев пожара описывают диаметрально противоположные угрозы для имущества, а целью обеспечения пожарной безопасности является предотвращение появления любого сценария.

5 Краткий обзор менеджмента пожарного риска

Менеджмент риска включает оценку риска, обработку риска, принятие риска и обмен информацией о риске. После обработки риска может потребоваться повторная оценка риска (см. рисунок 1). Оценка пожарного риска может также быть использована для оценки сценариев пожара альтернативных конструкций объекта защиты до выбора конкретной конструкции или внесения изменений в существующую

[1)] При определении количественной оценки пожарного риска с учетом особенностей объекта защиты необходимо руководствоваться методиками определения расчетных величин пожарного риска, утвержденными МЧС (*Прим. пер.*).

конструкцию объекта защиты и направлена на достижение выполнения критериев допустимости и соответствия установленным требованиям.



Рисунок 1 — Схема менеджмента пожарного риска

Оценка пожарного риска начинается с анализа установленных целей и предложенных требований к конструкции или другой части структуры окружающей среды исследуемого объекта защиты. Вначале проводят количественную оценку риска, связанного с требованиями к объекту защиты, и затем проводят его сравнительную оценку. Сравнительная оценка риска состоит из сравнения предполагаемого риска с критериями допустимости риска. Если предполагаемый риск является недопустимым, то необходимо внести соответствующие изменения в объект защиты или изменить требования к нему и/или провести обработку риска и затем провести повторную оценку риска. Если в результате сравнительной оценки риск признан допустимым, то должен быть описан остаточный риск. При этом обязательны формальное принятие риска и обмен информацией о риске с причастными сторонами.

Причастные стороны могут решить принять риск, который в результате проведения сравнительной оценки признан недопустимым[1)]. Такое изменение является неявной корректировкой целей менеджмента пожарного риска.

6 Основные этапы оценки пожарного риска

6.1 Краткое описание процедуры количественной оценки пожарного риска

На рисунке 2 приведена последовательность действий по количественной оценке пожарного риска. Эту оценку проводят в случае, когда точно известна структура сценария и когда вероятности и

[1)] Принятый риск должен быть не выше допустимого риска, установленного в ФЗ № 12Э-ФЗ от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и соответствующих методиках МЧС по пожарной безопасности.

последствия событий могут быть определены в количественной форме. В последнем разделе описано использование кривых риска, матриц риска и других методов, для которых блок-схема не может быть применена в полном объеме.

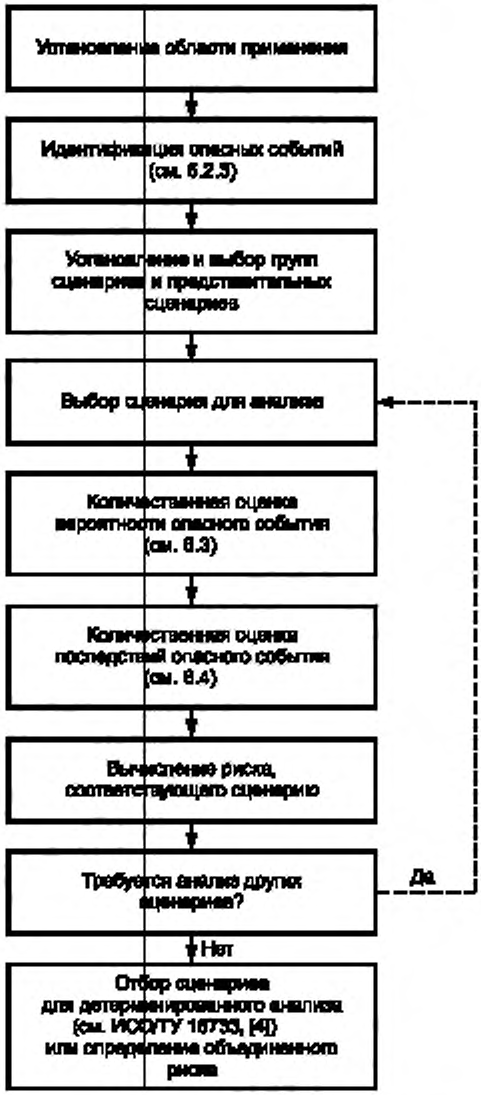


Рисунок 2 — Схема оценки пожарного риска

Количественную оценку пожарного риска начинают с установления области применения менеджмента риска[1)]. Область применения включает в себя множество количественных предположений, необходимых в соответствии с целями и требованиями к объекту защиты для выполнения оценки риска.

[1)] При определении количественной оценки пожарного риска с учетом особенностей объекта защиты необходимо руководствоваться методиками определения расчетных величин пожарного риска, утвержденными МЧС России (*Прим. пер.*).

Следующий этап — идентификация опасностей, необходимых при определении и выборе сценариев, используемых для оценки риска. Для анализа выбирают один сценарий и оценивают вероятность и последствия его реализации. Эту процедуру повторяют до тех пор, пока не будет проведен анализ всех отобранных сценариев. В этом случае объединенный пожарный риск объекта защиты вычисляют как сумму пожарного риска по всем сценариям, если они являются статистически независимыми.

Сокращенные вычисления пожарного риска можно использовать для выбора небольшого количества сценариев при детерминированной сравнительной оценке (см. [5]). В этом случае на заключительном этапе риски, соответствующие сценариям, не суммируют, а выбирают сценарии с наибольшим пожарным риском.

6.2 Использование сценариев при оценке пожарного риска

6.2.1 Требования к выбору сценариев

Количество различных сценариев пожара столь велико, что не представляется возможным провести анализ каждого из них. Поэтому при любой оценке пожарного риска должна быть разработана структура сценария «управляемого размера», а количественная оценка риска такого сценария должна быть разумной или гарантированной оценкой общего пожарного риска. Основными методами достижения этой цели являются идентификация опасных событий, объединение сценариев в группы и исключение сценариев с незначительным риском.

6.2.2 Идентификация опасностей[1)]

Любой источник потенциального вреда или ситуацию с потенциальной возможностью нанесения вреда определяют как опасность. Каждая опасность может быть основанием для одного или нескольких сценариев пожара, в которых условия возникновения опасности также определяют вид пожара, который может произойти (см. [5]).

Каждый сценарий пожара включает качественное описание течения пожара во времени, при этом идентифицируют ключевые события, которые характеризуют пожар и отличают его от других возможных пожаров. В этой ситуации обычно определяют возгорание и процесс роста пожара, полностью развитую стадию пожара и стадию его распада, учитывая застроенную структуру окружающей среды и все системы пожарной защиты, которые должны действовать в процессе пожара (см. [5]).

Место возникновения пожара должно быть определено с точностью конкретного расположения пожара внутри комнаты. Расположение огня, например, в середине комнаты или в углу комнаты, может сильно повлиять на последующее развитие пожара. Области возгорания должны быть исследованы не только с учетом особенностей помещения, но также с учетом выходов, скрытых мест и внешних поверхностей. На развитие пожара может сильно повлиять и расположение средств автоматического обнаружения пожара или оборудования подавления огня (см. [5]).

Изменчивость условий и состояний здания и его обитателей являются основными элементами, определяющими сценарий. Они могут включать в себя состав, местоположение находящихся рядом горючих веществ, которые могут определить быстрое развитие пожара. Также сюда относят места размещений, физические и другие возможности обитателей (например, наличие инвалидности, недееспособность вследствие употребления наркотиков или алкоголя).

Изменчивость состояния оборудования противопожарной защиты здания также является основным элементом при определении сценария пожара, особенно при оценке пожарного риска. Сюда включают такие особенности, как наличие открытых или закрытых дверей и окон, рабочее или нерабочее состояние автоматического оборудования обнаружения пожара и оборудования его подавления.

6.2.3 Объединение сценариев в группы

Вначале производят краткое параметрическое описание полной картины всех вариантов возможных сценариев. Например, пожары могут возникнуть в любом из пяти типов помещений или территорий здания (например, обычно занятые помещения, обычно незанятые помещения, пути эвакуации, скрытые места, внешние места расположения) с любым из трех типов возникновения и развития пожара (например, тление, горение открытым воспламенением, быстрое распространение пламени). Каждая комбинация представляет собой группу сценариев, которая объединяет более подробно определенные

[1)] При идентификации пожарных опасностей необходимо учитывать методики, утвержденные МЧС России (*Прим. пер.*).

сценарии (с указанием места возникновения пожара, типа помещения). Каждую группу сценариев представляет единственный сценарий пожара, последствия которого характеризуют последствия всех сценариев группы.

6.2.4 Исключение сценариев с незначительным риском

Целесообразно исключить из структуры групп некоторые группы сценариев, которые имеют такой низкий риск, что их исключение незначительно повлияет на количественную оценку риска. Однако подобные исключения должны быть точно определены и оправданы. Исключаемые группы сценариев должны пройти соответствующую валидацию. Высокая вероятность пожара и большие последствия могут привести к значительно большему пожарному риску для группы сценариев. Кроме того, возможны ситуации, когда для каждой из большого количества групп сценариев существует незначительный пожарный риск, однако при их объединении пожарный риск может стать существенным.

6.2.5 Демонстрация приемлемости и достаточности структуры сценария

Если проведение анализа каждого сценария невозможно, то проведение анализа каждого сценария с последующим объединением или исключением также невозможно. Однако краткое, но всестороннее обоснование может быть проведено.

Во-первых, должна быть разработана картография всех вариантов потенциальных сценариев группы выбранных для анализа и/или исключения. Это обеспечит рассмотрение всех сценариев и точное определение для них способов обработки риска.

Во-вторых, должны быть использованы гарантированные оценки вероятности и последствий отобранных групп сценариев и представительных сценариев пожара. Если анализ дает завышение оценки риска, это позволяет компенсировать риск исключенных сценариев, даже если этот риск не незначителен. Гарантированные оценки также позволяют компенсировать высокую разнородность сценариев в группе и понизить значение анализа чувствительности и неопределенности. Гарантированная оценка вероятности уменьшает возможность исключения потенциально значимых сценариев с высоким уровнем последствий на основе их низкой вероятности реализации.

В-третьих, если оценка пожарного риска должна быть проведена на основе относительных, а не абсолютных критериев (например, на основе сравнения двух объектов защиты, а не сравнения с критериями допустимости), то группы сценариев могут быть исключены, даже если они имеют существенный риск, при условии что для обоих объектов защиты существует аналогичный или идентичный риск сценария. В этом случае «аналогичный» означает, что в среднем разность рисков для исключаемых сценариев существенно меньше, чем среднее разности рисков для сценариев, предназначенных для точного анализа. Значения этих средних установлены на основе технического и/или научного анализа. Для защиты общих результатов возможных ошибок, которые могут появиться, если соответствующий технический анализ отражает неверное понимание истинного риска, исключения сценариев и групп сценариев должны быть редкими.

В любой структуре сценариев трудно установить соответствующий баланс между сценариями с высокой вероятностью и незначительными последствиями и сценариями с низкой вероятностью и существенными последствиями. Оба варианта важны для анализа.

6.2.6 Оценка пожарного риска без явных структур сценария

Для оценки пожарного риска не всегда используют точную структуру сценария. Процедура оценки риска в этой ситуации должна быть проверена и охарактеризована на предмет используемых неявных предположений, относящихся к требованиям включения или исключения и относительной вероятности сценариев. Это обеспечивает идентификацию и компенсацию неумышленных или несоответствующих источников смещения. При обеспечении достаточных свидетельств для валидации такое исследование обычно приводит к достаточно точной характеристике развития событий, даже если подобные точные сценарии не используют непосредственно на стадии количественной оценки пожарного риска.

6.2.7 Сценарии поведения людей

Для анализа обычно необходимо определить не только сценарии пожара, но также и сценарии поведения людей, в которых определены количество людей, связанных с пожаром, их особенности и поведение, включая эвакуацию. Дополнительное руководство на поведенческих переменных приведено в [5] и [6].

6.2.8 Оценка пожарного риска при выборе сценариев пожара для детерминированного анализа

Если целью является выбор сценариев пожара для детерминированного анализа, то возможно сокращение процесса оценки, например за счет использования технического анализа доступных данных и оценки порядка значений вероятностей и последствий. В этом случае картография всех возможных

сценариев в группе обычно сильно сокращается и анализ обычно не проводят. Наименование группы сценариев выбирают в соответствии с представительным сценарием пожара.

Более подробное руководство по использованию оценки пожарного риска приведено в [5][1)].

6.3 Оценка вероятностей

В процедуре количественной оценки пожарного риска, приведенной на рисунке 2, ключевым этапом является оценка вероятностей событий. В пункте 6.3.1 описаны общие методы оценки вероятности, в 6.3.2 и 6.3.3 приведено руководство для количественной оценки вероятностей возгорания и изменения состояния системы (см. [5]).

6.3.1 Методы оценки вероятностей

К вероятностям, используемым при определении количественной оценки риска, относятся вероятности событий и вероятности изменения состояния системы, в том числе вероятности безотказной работы оборудования. Некоторые методы анализа риска, например использующие модели перехода из одного состояния в другое, требуют знания вероятностей перехода (см. [10]).

Оценка вероятности может быть получена на основе одного из трех подходов:

1) прямая оценка на основе обработки данных;

2) анализ модели, устанавливающей взаимосвязь вероятности с другими вероятностями, например модели взаимосвязи вероятности возгорания с вероятностями отказа компонентов оборудования, человеческой ошибки, близости к горючим материалам и другими характеристиками;

3) технический и/или научный анализ.

При оценке вероятности существуют общие ошибки или смещения, которых следует избегать, учитывая следующие особенности:

- обычно люди недооценивают низкие вероятности и переоценивают слишком высокие вероятности. Зная об этих тенденциях, следует стремиться их компенсировать, применяя соответствующие гарантированные оценки;

- не всегда справедливо предположение о том, что все состояния и события независимы. Для событий, имеющих общую причину с высокой вероятностью появления, общая вероятность выше, чем произведение составляющих вероятностей.

Пример — В некоторых случаях ситуация с высокой опасностью пожара связана с неработающими датчиками и разбрызгивателями, несоответствующей толщиной стен, заблокированными дверями и другими нарушениями и особенностями системы пожарной безопасности;

- обычно люди оценивают вероятности сценариев, включающих опасность для имущества, и недооценивают или игнорируют распространенные сценарии, такие как возникновение пожара от электрозамыкания или нагревательного оборудования. Это является причиной использования усеченных данных об инцидентах возникновения пожара при оценке вероятностей возгорания;

- обычно инженеры используют данные о тщательном исследовании пожара в каждом инциденте. Это может привести к некоторым заблуждениям при оценке вероятностей, так как базы данных включают только необходимую часть информации о происшедших пожарах, в которой преобладают данные о пожарах с высоким уровнем потерь и со смертельным исходом. Таким образом, могут быть пропущены менее опасные пожары, где фактически происходит большинство смертельных случаев, а также наиболее крупные пожары, наносящие большой ущерб имуществу;

- не следует считать, что резервирование системы пожарной безопасности обеспечивает ее высокую надежность;

- неблагоразумно считать нулевой вероятность сценариев, которые никогда не были документально описаны в доступных базах данных по ущербу от пожара. Если подобное упущение отражает недостаток данных, то хорошей практикой может быть использование более высокой вероятности для общего сценария, который включает более точные данные для оценки вероятности. Также возможно использование статистических методов оценки вероятности события, которое еще не произошло.

6.3.1.1 Количественная оценка вероятности на основе данных

В качестве количественной оценки вероятности на основе данных обычно используют частоту, которую вычисляют путем деления предполагаемого количества исследуемых событий на период или

[1)] При применении количественной оценки пожарного риска с учетом особенностей объекта защиты необходимо руководствоваться методиками определения расчетных величин пожарного риска, утвержденными МЧС России (*Прим. пер.*).

количество возможностей появления событий. Знаменатель может измеряться в единицах времени (например, количество событий в год), количестве человек (например, количество пожаров на тысячу человек), единицах стоимости имущества (например, количество пожаров на общую стоимость всех зданий и их содержимого), количестве зданий (например, пожары на тысячу зданий данного типа) или других единицах (например, пожары на тысячу компаний, владеющих или использующих производственные здания одного типа).

Базы данных для числителей или знаменателей могут быть созданы на основе выборочных данных (допускающих статистическую выборку данных для оценки размера полной группы или генеральной совокупности, из которой отобрана выборка) или путем сбора сведений (обеспечивающего наиболее полные данные о группе).

6.3.1.2 Оценка вероятности на основе моделирования

Главное преимущество использования моделирования состоит в том, что, в отличие от других методов оценки, оно обычно обеспечивает получение не только количественных оценок, необходимых для анализа риска объекта защиты, но также помогает понять взаимосвязь изменений в объекте защиты с изменениями полученных значений вероятности. Эта взаимосвязь необходима в случае, когда при оценке пожарного риска первоначального состояния объекта защиты не получена приемлемая оценка соответствующего риска.

Использование модели не исключает использование экспериментальных или экспертных данных, но уменьшает потребность в данных по другим переменным. Может возникнуть необходимость оценки качества модели с точки зрения сложности, достоверности и соответствия научным данным, а также требуемой неопределенности исходных данных для модели по сравнению с неопределенностью данных при их непосредственном применении.

Метод Монте-Карло не является альтернативным методом оценки вероятности, но является численным методом вычисления пожарного риска для установленного набора распределений вероятностей. Эти распределения используют при отборе сценариев с полностью равными вероятностями, так что выборочное среднее последствий для таких сценариев является наилучшей оценкой взвешенных по вероятности последствий для всего подмножества сценариев (для подробного руководства по методу Монте-Карло см. [8] и [9]).

6.3.1.3 Оценка вероятности на основе технического или научного анализа

Технический анализ может быть выполнен систематически и последовательно с помощью метода Дельфи (см. [1]) или других соответствующих процедур для уменьшения смещения и повышения качества оценок (см. [12]).

Технический анализ может быть выполнен для определения точечного или интервального значения. Обычно интервал значений вызывает меньше разногласий между лицами, выполняющими оценку, и подходит для использования в матрице риска или другой процедуре качественной оценки пожарного риска. (Для дальнейшей информации по получению оценок риска на основе технического и научного анализа см., например, [7].)

При оценке вероятности на основе технического анализа, когда данные почти или полностью отсутствуют, можно также использовать матрицу риска, в которой все оценки вероятности представлены небольшим количеством равномерно распределенных значений. Например, в протоколе рекомендовано использовать пять значений: 0,5 %, 5 %, 50 %, 95 % и 99,5 %. При этом может быть использован протокол с пятью значениями: 5 %, 16 %, 50 %, 84 % и 95 %.

6.3.2 Вероятность первоначальных событий

Если экспериментальные данные об ущербе использованы в качестве данных для числовых вычислений, могут быть установлены данные об ущербе для исследуемого здания, для всех зданий данного типа (объединенных по общему местоположению или владельцам) или для любой большой группы свойств зданий, вплоть до национальных или международных баз данных. Каждый из этих вариантов имеет преимущества и недостатки с точки зрения их применимости, уровня детализации, доступности и величины базы данных для поддержки точности оценок.

Количественные оценки вероятностей могут быть получены путем вычисления оценок вероятностей некоторых, но не всех характеристик полного сценария. Например, вероятность пожара на территории производственной организации из-за искр, возникающих от взаимодействия частей оборудования, может быть оценена путем расчета вероятности появления искр и вероятности возникновения пожаров. В таких вычислениях очень важно, чтобы предположения о статистической независимости событий были обоснованы. Независимость должна быть подтверждена.

Самый серьезный пример нарушения независимости исходных событий с общей причиной, такой как землетрясение, в процессе которого одновременно могут возникать многократные возгорания и пожары, и поломки трубопровода. Каждый отдельный пожар и поломка трубопровода являются редкими событиями, но вероятность одновременного появления не равна произведению вероятностей этих событий, потому что землетрясение может стать общей причиной всех этих событий.

6.3.3 Вероятность состояния и вероятность безотказной работы

Каждое оборудование или система пожарной безопасности имеют альтернативные возможные состояния в момент возгорания, такие как датчик, подключенный или не подключенный к источнику питания, открытый или закрытый клапан разбрызгивателя, открытая или закрытая дверь. Любое возможное состояние может повлиять на вероятность или последствия сценария пожара, для которых должны быть оценены вероятности.

Вероятности состояний относятся к условиям во время возгорания. Вероятность безотказной работы обычно связана с вероятностями событий после возгорания, например датчик или разбрызгиватель включились или нет, а элемент конструкции выдержал или нет нагрузку без недопустимой деформации.

Это примеры вероятностей, которые не являются вероятностями возгорания, но которые необходимо использовать для оценки пожарного риска. Оценка вероятностей необходима также для исследования сценариев поведения людей.

6.4 Характеристика последствий

В процедуре оценки пожарного риска, приведенной на рисунке 2, ключевым этапом является оценка последствий. В 6.4.1—6.4.3 описаны альтернативные методы оценки последствий, использующие экспериментальные данные, моделирование или технический анализ (см. [5])[1)].

При оценке последствий существуют определенные общие ошибки или смещения, которые следует устранять. К типичным ошибкам относятся описанные ниже:

- обычно при оценке последствий принято использовать упрощения. Сценарий, последствия которого могут варьироваться в пределах от умеренного до серьезного, обычно относят к умеренным или серьезным последствиям. Например, среднее последствие поджога обычно лишь немного больше, чем среднее последствие неумышленного неосторожного обращения с огнем. Предположение, что при обычном поджоге имеются много точек возгорания, используют катализаторы или действия, направленные на преднамеренное повреждение систем пожарной безопасности, является ошибочным. Вместе с тем тлеющие пожары могут создать смертельные условия во всех помещениях здания. Пожар, возникший от возгорания конфорки или дымохода, может распространиться и разрушить все здание, даже при том, что именно такие пожары чаще всего остаются очень маленькими и быстро и легко могут быть погашены с нанесением незначительного ущерба;

- серьезные ошибки связаны с недооценкой или переоценкой работы системы и оборудования пожарной безопасности, для которых отсутствуют эксплуатационные или экспериментальные данные.

Пример — Неверно предполагать, что образовательная программа, направленная на изменение поведения человека, будет полностью успешна или полностью неудачна;

- трудно оценить последствия с помощью технического анализа для случая, где одна или более систем или единиц оборудования пожарной безопасности частично или полностью неэффективны, но существенная часть пожарного риска обычно соответствует сценариям, где одна или более систем или единиц оборудования пожарной безопасности обладают низкой безотказностью.

6.4.1 Оценка последствий на основе экспериментальных данных

Если используют экспериментальные данные об ущербе, то они могут быть применены к исследуемому объекту защиты или другой части окружающей среды (в качестве предыдущих данных, если здания уже существуют и они предназначены для модификации или реконструкции), ко всем объектам защиты общего типа, объединенным по общему местоположению или владельцам, или к любой более крупной группе объектов защиты, описанных в национальных или международных базах данных. Каждый из этих вариантов имеет преимущества и недостатки с точки зрения присущих им уместности, уровня детализации, доступности данных и размера базы данных для обеспечения необходимой точности оценок.

[1)] При оценке последствий с учетом особенностей объекта защиты необходимо руководствоваться методиками, утвержденными МЧС России (*Прим. пер.*).

6.4.2 Оценка последствий на основе моделей

Главное преимущество использования моделей состоит в том, что в отличие от других двух методов оценки модели обычно позволяют не только получить количественные оценки, необходимые для анализа объекта защиты, но также помогают понять взаимосвязь изменений объекта защиты с изменениями последствий.

Применение моделей не исключает использования экспериментальных данных или экспертных оценок, но уменьшает потребность в данных о других переменных, используемых для оценки последствий. Может возникнуть необходимость оценки качества модели с точки зрения сложности, достоверности и соответствия научным данным, а также требуемой неопределенности исходных данных для модели по сравнению с неопределенностью данных при их непосредственном применении.

Для оценки последствий детальное описание детерминированных моделей развития пожара намного более эффективно, чем оценка на основе экспериментальных данных об ущербе. Однако использование этого детального описания для оценки последствий может создать проблемы для оценки вероятности, если для установленных данных и методов достижение одинакового уровня детализации невозможно.

6.4.3 Оценка последствий на основе технического анализа

Технический анализ может быть выполнен систематически и последовательно с помощью применения метода Дельфи или других процедур, применяемых для уменьшения смещения и повышения качества оценок. Описание метода Дельфи приведено, например, в [1]. Для сравнения метода Дельфи с другими процедурами см., например, [11].

Для определения точечного значения или интервала значений может быть применен технический анализ. Интервал диапазона значений обычно вызывает меньше разногласий между лицами, выполняющими оценку, и подходит для использования в матрице риска или другой процедуре качественной оценки пожарного риска. Для дальнейшей информации по получению оценок риска на основе технического и научного анализа см., например, [6].

Поскольку технический анализ помогает оценить последствия в случаях, когда необходимые данные почти или полностью отсутствуют, может быть использована матрица риска, в которой все оценки последствий сводятся к небольшому количеству хорошо распределенных значений. В этом случае может быть полезно так распределять последовательные значения, чтобы они отличались на один или два порядка. Также полезно определить минимальное среднее или максимальное значения как некоторое значение такой величины, как средние потери от пожара в денежном выражении (как самого низкого возможного значения порога, используемого для определения больших потерь) и/или 0,1 % национального валового продукта (как возможного максимального значения).

6.5 Вычисление пожарного риска для сценария и объединенного риска

Общая математическая формула объединения вероятностей и последствий для всех сценариев соответствующих объектов защиты имеет вид: Риск = Σf (вероятность, последствие для данного сценария).

Суммирование ведется по всем сценариям.

Примечание — Адаптировано из ИСО/ТО 13387-1:1999[1)].

Наиболее часто используют следующие формулы:

a) Риск = Σ (вероятность сценария, умноженная на последствия данного сценария).

Суммирование ведется по всем сценариям.

Примечание — Адаптировано из ИСО/ТО 13387-1:1999;

b) Риск = Объединенная вероятность всех сценариев, где последствия превышают установленный порог безопасности.

Примечание — Адаптировано из [3].

Первая из вышеприведенных формул определяет пожарный риск для сценария как математическое ожидание, т. е. произведение вероятности и последствий сценария, и определяет объединенную

[1)] При вычислении пожарного риска с учетом особенностей объекта защиты необходимо руководствоваться методиками определения расчетных величин пожарного риска, утвержденными МЧС России.

оценку пожарного риска как сумму рисков для всех сценариев. Обычно используют именно этот подход. Если используют другой подход, то должно быть приведено его обоснование.

6.5.1 Риск сценария как математическое ожидание

Метод дерева событий является обычной формой для оценки пожарного риска, где используют математическое ожидание в качестве показателя пожарного риска (см. [5]).

6.5.2 Риск сценария как вероятность недопустимых последствий

Формула 6.5 b) определяет риск сценария пожарного риска как вероятность того, что последствия данного сценария являются недопустимыми, поэтому вероятность сценария умножают на 1, если последствия недопустимы, и на 0, если последствия допустимы.

Метод дерева неисправностей является обычной формой оценки пожарного риска, использующей вероятность недопустимых последствий как меру риска. Такой подход больше ориентирован на чрезвычайные события, чем анализ дерева событий и метод вычисления математического ожидания.

6.5.3 Риск, определяемый на основе нагрузки или предельного состояния

Если для анализа конструкции объекта защиты используют предел прочности, то показателем может быть нагрузка на конструкцию, для которой определяют шкалы значений, устанавливающих предельную нагрузку для сценариев пожара. Эта нагрузка является достаточной для возникновения отказа (см. приложение А). В этом случае в большей мере ориентируются на последствия, а не на вероятности.

6.5.4 Другие аспекты расчета риска

При использовании технического анализа вероятность и последствия необходимо оценивать раздельно, в противоположность непосредственной оценке риска, которая объединяет и вероятность, и последствия. Для обеспечения большей согласованности субъективных оценок может быть использована точная процедура (с вычислениями или без) оценки значений вероятности, последствий или количественной оценки риска.

Мерой риска может быть безразмерная, непараметрическая статистика, такая как значения рангов. Эти статистики являются качественной мерой риска в противопоставление количественной мере риска, для которой могут быть применены правила соответствия числовой шкале. Псевдоколичественная мера риска представляет собой непараметрические статистики, соответствующие установленным диапазонам числовых переменных.

И вероятность, и последствие могут быть охарактеризованы с использованием самих величин или их рангов. Если и вероятность, и последствие установлены таким образом, то итоговая характеристика пожарного риска может быть представлена в виде матрицы риска, в которой вероятности и последствия записаны в строках и столбцах. В каждой ячейке матрицы представлен показатель пожарного риска, который не требует вычислений. В этом случае должны быть установлены правила определения превышения данных матричной ячейки допустимого значения риска.

Для исследования конструкции объекта защиты полезно использовать построение матрицы риска различными способами. Если сценарии могут быть охарактеризованы единственной шкалой значимости внешней опасности (например, интенсивностью землетрясения или энергией удара молнии), то значения риска для построения строк матрицы риска могут быть получены на основе этой шкалы. В этом случае для построения столбцов матрицы можно использовать значения риска соответствующих диапазонов серьезности опасности. Записи в ячейке матрицы могут быть представлены в виде значений последствий, являющихся функцией серьезности опасности и параметров объекта защиты. Приемлемый риск может быть определен как допустимое значение последствий без необходимости определения формальной количественной оценки риска. Необходимо отметить, что подобный подход неявно предполагает, что вероятность опасности не зависит от конструкции объекта защиты. Для оценки пожарного риска это предположение требует проведения более глубокого исследования и сравнительной оценки.

Результаты оценки пожарного риска могут также быть представлены в виде кривой риска. Такая кривая, построенная на осях вероятности и последствий, соединяет точки, представляющие отдельные оценки вероятности и последствий проанализированных сценариев пожара. Как только кривая риска для исследуемого объекта защиты и используемых предположений построена, изменения объекта защиты могут дать новую кривую риска. Относительная близость альтернативных кривых риска к началу координат (т. е. позиции нулевой вероятности и нулевых последствий) является мерой относительного риска альтернативных конструкций объекта защиты.

7 Неопределенность, чувствительность, прецизионность и смещение

Неопределенность характеризует разность между подсчитанной величиной риска и его истинным значением. Прецизионность представляет собой статистическую меру таких отклонений, которые неявно основаны на стандартном отклонении распределения вероятностей ошибок рассчитанной величины риска. Смещение характеризует несимметричность распределения отклонений.

Анализ чувствительности не предполагает количественную оценку неопределенности, но является начальным шагом в этом направлении. Анализ чувствительности исследует распространение неопределенности путем измерения изменений рассчитанной величины риска в результате изменений одной из переменных или параметров, используемых в расчетах. Если анализ чувствительности позволяет учесть информацию о вероятных ошибках составляющих величин, возможен расчет общей случайной неопределенности.

Неопределенность не ограничена только статистической изменчивостью, но также возникает в результате недостатка данных или ошибок в моделях или предположениях, используемых в процедуре вычисления риска. Если конкретное явление не учтено в вычислениях, например время до начала движения при вычислении времени эвакуации или турбулентность огня при расчете развития и последствий пожара, оно также является источником неопределенности (обычно связанной со смещением) при вычислении риска.

Дополнительная информация о методах анализа неопределенности, связанных с моделями развития пожара, приведена в [4][1)].

7.1 Элементы анализа неопределенности

На оценку пожарного риска может повлиять дефицит релевантных данных или недостаточность научного понимания некоторых процессов пожара. Во многих случаях анализ неопределенности может быть использован для отображения величины и значимости такого дефицита.

При оценке пожарного риска анализ неопределенности включает в себя оценку неопределенности для оценок последствий и вероятностей. Неопределенность может также быть количественно определена для критериев и сравнительной оценки риска. Труднее количественно определить ошибки, связанные с недостаточно изученными явлениями или неправильным использованием методов вычислений или данных.

Количественная оценка неопределенности для оценок вероятности и последствий начинается с количественной оценки неопределенности исходных данных.

Неопределенность, соответствующая лабораторным измерениям, обычно может быть определена на основе данных калибровки и значениях прецизионности для измерительного оборудования лаборатории. Лучшим способом определения неопределенности является проведение многократных экспериментов для каждого вида измерений. Тогда распределение вероятностей экспериментальных данных может быть использовано для оценки соответствующей составляющей неопределенности.

Неопределенность эксплуатационных данных, таких как статистические данные отчетов о пожарах, может быть определена на основе анализа изменений данных от года к году или от места к месту. Если данные преобразованы в вероятности, например вероятность возгорания или вероятность отсутствия пожара за установленное время, то использование изменчивости эксплуатационных данных позволяет подобрать параметры распределения вероятностей к значениям вероятности.

Неопределенность экспертных оценок или параметров может быть определена при проведении систематических оценок с большим количеством участников. Изменчивость индивидуальных оценок создает основу для появления смещения неопределенности.

Ни один из этих методов не подходит для оценки смещения неопределенности. Например, если экспериментальные данные о пожарах одной страны используют для оценки вероятности возгорания в другой стране, то с большой долей вероятности могут возникнуть систематические различия. Могут быть получены субъективные оценки этих различий и неопределенность этих оценок.

После выполнения распределения неопределенности всех идентифицированных параметров риска необходимо рассчитать воздействие различных форм неопределенности на окончательную оценку

[1)] При применении методов анализа неопределенности, связанных с моделями развития пожара с учетом особенностей объекта защиты, необходимо руководствоваться методиками определения расчетных величин пожарного риска, утвержденными МЧС России (*Прим. пер.*).

пожарного риска. Поскольку начальное вычисление риска может включать расчет вероятности и последствий для большого количества сценариев пожара, существует возможность, что неопределенность одного сценария соответствует другим сценариям, которые были рассчитаны ранее. Это может сократить время вычислений. Альтернативно можно использовать метод Монте-Карло или другие выборочные методы для вычисления предполагаемого распределения вероятностей на основе неопределенности для оценок пожарного риска.

При проведении анализа неопределенности важно исследовать основную процедуру оценки риска для всех параметров или предположений, которые могут быть представлены в виде параметров, но обычно не рассматриваются как переменные. Любые такие параметры имеют неопределенность. Даже скорость света и гравитационная постоянная имеют свою неопределенность, хотя она является столь малой, что может быть благополучно проигнорирована. В примере по моделированию пожара, если рост пожара представлен кривой t^2, то существует неопределенность, включенная не только в параметр (альфа), который является коэффициентом t^2, но также и в значение два в экспоненте. Нецелесообразно проведение анализа неопределенности для каждого параметра, но очень важно рассмотреть каждый из них и систематически идентифицировать все неопределенности, достаточно большие для внесения изменений не только в оценку риска, но также и в принятые на их основе решения.

8 Сравнительная оценка риска возникновения пожара

Сравнительная оценка риска — это процесс, который используют для определения приоритетов менеджмента риска путем сравнения риска с установленными нормами, целевыми уровнями риска или другими критериями. Сравнительная оценка риска связана с принятием решения о приемлемости риска (см. [5])[1)].

8.1 Индивидуальный и социальный пожарный риск

Примером меры индивидуального пожарного риска является вероятность получения определенного вида ущерба за год для конкретного человека, например потери жизни в результате установленного инцидента. Примером соответствующей величины социального пожарного риска является вероятность получения определенного вида ущерба за год для группы людей в результате конкретно установленного инцидента. Индивидуальные и социальные пожарные риски редко бывают идентичны. Индивидуальный пожарный риск характеризует получение ущерба человеком и не связан с общим количеством потерь. Общество обычно с большей антипатией относится к ситуациям с несколькими смертельными случаями, не суммируя индивидуальные пожарные риски по количеству.

8.2 Критерии допустимости риска[2)]

Критерии допустимости риска выражают требования общества или лица, принимающего решение, и не соответствуют международным нормам. Однако должны быть разработаны форма и структура для выбора критериев.

Одним из основных принципов определения критериев допустимости риска является использование некоторой четко определенной и измеримой точки как основы для оценки приемлемости риска объекта защиты. Эта точка может быть связана с риском, для которого уже определена количественная оценка. Эта точка может быть риском для альтернативной конструкции объекта защиты.

8.2.1 Установление критерия на основе предыдущих данных

Обычно первым этапом при установке критерия допустимости риска на основе данных прошлых лет является использование зарегистрированных экспериментальных данных о потерях данного типа и/или конкретной группы населения. Например, соответствующая точка для сравнительной оценки пожарного риска конкретной возрастной группы может быть равна другому типу риска для определенной возрастной группы с низким риском.

[1)] При применении методов анализа неопределенности, связанных с моделями развития пожара с учетом особенностей объекта защиты, необходимо руководствоваться методиками определения расчетных величин пожарного риска, утвержденными МЧС России (*Прим. пер.*).

[2)] Критерии допустимости пожарного риска организации должны включать критерии допустимости риска, установленные в ФЗ № 123-ФЗ от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и соответствующих методиках МЧС.

8.2.2 Установление критерия на основе базового значения

Обычно вторым этапом установления критерия допустимости риска является определение критерия как некоторой доли базового значения. Если базовое значение установлено на основе существующего риска, то критерии для новых рисков могут быть установлены равными или ниже базового значения, которое считается приемлемым для общества. В этом случае предполагают, что в новых конструкциях объектов защиты могут быть применены более новые методы снижения риска по сравнению с существующими.

После установки критерия на основе приемлемого риска для каждого сценария следует определять оценку риска для объединенного риска всех сценариев. Например, если критерий устанавливает риск ниже базового значения для каждого сценария, то при наличии более 10 сценариев объединенный риск может быть выше базового значения.

Обычной практикой является установление более низких критериев для нового риска, чем для известного. Устанавливают более низкие критерии для риска, связанного с непреднамеренной ошибкой, чем для риска, связанного с преднамеренными опасными действиями, но в этом случае могут возникнуть разногласия относительно намеренных или непреднамеренных действий. Обычно устанавливают различные критерии для риска, связанного с природными явлениями, и для иных видов риска. Обычно устанавливают более высокие критерии риска для опасных событий, отдаленных по времени. Другие особенности риска могут также стать основанием для назначения критериев допустимости риска.

8.2.3 Приемлемая частота и пересмотр критерия событий, связанных со множественными смертельными случаями

Для события, повлекшего за собой более одного смертельного случая, приемлемая частота в год должна быть равна приемлемому риску за год, деленному на количество произошедших смертельных случаев в год. Однако такой риск обычно не принимается.

Эта реакция общества может быть отражена путем установления приемлемой частоты в год для такого события. Частоту рассчитывают путем деления приемлемого риска за год на степенную функцию (например, квадрат) или показательную функцию количества произошедших смертельных случаев. В общем виде ежегодную кривую приемлемого риска можно представить графически в виде зависимости частоты и последствий, изображаемых на осях.

8.2.4 Принятие риска на основе ALARP[1)]

При дальнейшей обработке критериев допустимости риска устанавливают три области приемки риска на плоскости вероятности и последствий:

- приемлемый риск (крайняя левая область);
- минимальный практически приемлемый риск (ALARP) (средняя область);
- недопустимый риск (самая правая область).

В логарифмической системе координат линии, разделяющие области, могут быть определены как экспоненциальные кривые.

Если оценка риска попадает в область ALARP, то предложения по дальнейшему сокращению риска или стоимости должны быть подвергнуты более детальному анализу с точки зрения их технической выполнимости и затрат. Если предложения технически невыполнимы, то они должны быть отклонены. Предложения по дальнейшему снижению риска должны быть отклонены также, если затраты непропорциональны предполагаемым результатам или снижение затрат приводит к недопустимому увеличению риска.

8.3 Факторы безопасности и запас прочности

Факторы безопасности представляют собой большое количество мультипликативных факторов, применяемых для измерения риска, обеспечивающих интерпретацию информации о риске для компенсации неопределенности этих измерений. Запас прочности — это дополнительные факторы, обеспечивающие достижение этих же целей.

Факторы безопасности часто используют для отражения естественных случайных изменений риска. Например, изменчивость чувствительности и подверженности людей и имущества к воздействию вредных продуктов горения.

При применении факторов безопасности неявно предполагают, что математическое ожидание отклонения риска равно нулю, а распределение риска вокруг расчетного или предполагаемого значения является симметричным с математическим ожиданием, равным этому значению.

[1)] ALARP — As Low As Reasonably Practicable.

Например, если вычисление риска выполнено с использованием сценариев для различных групп населения, которые все вместе отражают возможные изменения и вероятности возникновения уязвимостей и возможностей, то рассчитанный риск, скорее всего, будет несмещенной оценкой истинного совокупного риска. Наоборот, если вычисление риска выполнено на основе предположения о том, что все жители являются здоровыми дееспособными людьми без ограничений, связанных с возрастом или иными особенностями, то вычисленная оценка риска будет смещенной, большая часть отклонений однообразна.

Нет необходимости в несмещенности оценки риска, но факторы безопасности должны быть такими, чтобы скомпенсировать это смещение.

Наиболее трудным и не всегда эффективным является использование факторов безопасности для компенсации неопределенности. Для этого необходимы полнота и/или четкое знание предположений и методов, используемых при расчете риска. Отсутствуют причины априори ожидать, что величина смещения ошибок вследствие неприведенного анализа полученных конкретных явлений сопоставима с величиной или смещением ошибок, вызванных естественными изменениями населения или имущества.

По всем этим причинам очень важно, чтобы точное и всестороннее исследование неопределенности было проведено прежде, чем оно повлияет на снижение запаса прочности.

Приложение А
(справочное)

Дополнительные определения

А.1 **Байесовский анализ** (bayesian analysis): Математический метод, противоположный анализу условных вероятностей, в соответствии с которым в совокупность данных (например, ряд наблюдений) могут быть включены выборки с известными распределениями вероятностей, различающимися значениями исследуемого параметра. При этом для получения наилучшей оценки исследуемого параметра, наиболее согласующейся с фактическими данными, используют апостериорное распределение. Для построения апостериорного распределения используют априорное распределение, описывающее возможные состояния исследуемого параметра, выбираемое на основе предположений и известных физических закономерностей.

Примечание 1 — Закон Байеса является обобщением утверждения, что условная вероятность *y* для данного *x* равна вероятности объединенного события *x* и *y*, деленной на условную вероятность *x* для данного *y*. В байесовском анализе информация, полученная не в результате наблюдений, такая как наилучшие оценки экспертов, может быть преобразована к эквивалентному количеству наблюдений и использована вместе с данными наблюдений для оценки вероятности, хотя и не представляет собой выборочную частоту.

Примечание 2 — Для введения в байесовский анализ см. [2].

А.2 **угроза** (danger): Наличие недопустимого риска.

А.3 **проектная нагрузка** (design load): При анализе риска это нагрузка, с которой сопоставляют нагрузку исследуемой конструкции объекта защиты, представляющая собой нагрузку, вызывающую отказ.

Примечание — По отношению к оценке пожарного риска «проектная нагрузка» — это нагрузка, соответствующая сценарию пожара объекта защиты (для детерминированного анализа) или представительному сценарию пожара (при расчете вероятности сценария), в обоих случаях обычно ее определяют на основе единой непрерывной шкалы последствий, размеров или интенсивности пожара. Вероятность сценария пожара здесь рассматривают вне зависимости от объекта защиты, а сценарий пожара как внешнюю нагрузку на объект защиты.

А.4 **отказ** (failure): Утрата объектом способности выполнять требуемую функцию (частичная или полная).

Примечания

1 См. «выполнение».

2 Для несущего элемента конструкции термин «отказ» чаще всего означает его разрушение или обвал. Для активных систем противопожарной защиты термин «отказ» может быть использован только для ситуации, когда система не включается или результат действий является неприемлемым или несоответствующим установленным техническим требованиям.

А.5 **метод Монте-Карло** (Monte Carlo): Процесс отбора выборки из всех возможных сценариев пожара и других состояний системы для числительного анализа нагрузки на объект защиты, когда проведение комплексного анализа невозможно.

Примечание 1 — Метод Монте-Карло не является видом вероятностной модели, а представляет собой вычислительную процедуру выборочного анализа с использованием вероятностных моделей. Применение метода Монте-Карло не устраняет необходимость определения и анализа соответствующих функций распределения и не может служить логическим обоснованием отказа от использования обычных стандартных распределений (например, равномерного, нормального и т. п.).

Примечание 2 — Для детального руководства по методу Монте-Карло см. [8] и [9].

А.6 **частный коэффициент безопасности** (partial safety factor): Сомножитель общего показателя безопасности, определенного как произведение частных коэффициентов безопасности.

Примечание — Как пример общим показателем безопасности может быть проектная нагрузка, а частные коэффициенты безопасности могут относиться к типу строения или размеру помещения.

А.7 **коэффициент безопасности** (safety factor): Коэффициент, на который умножают окончательный или промежуточный результат при расчете пожарного риска объекта защиты, позволяющий распространить результаты расчета с проанализированного набора сценариев пожара и процедур вычисления риска на больший набор сценариев и/или процедур вычислений, которые не были точно проанализированы.

Примечание — Кроме коэффициента безопасности, используемого как сомножитель, в некоторых случаях используют дополнительное слагаемое, которое называют «запасом по безопасности».

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ISO 921:1997	—	*
ISO 2394:1998	IDT	ГОСТ Р ИСО 2394—2016 «Конструкции строительные. Основные принципы надежности»
ISO 13943:2000	—	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение соответствия стандартов:

- IDT — идентичный стандарт.

Библиография

[1] DALKEY N. and HELMER O. An experimental application of the Delphi method to the use of experts, Management Science, Vol. 9 (1963), p. 458—467

[2] DEGROOT M.H. Optimal Statistical Decisions, McGraw Hill, New-York, 1970

[3] ISO/TR 13387 (все части) Fire safety engineering

[4] ISO 16730 Fire safety engineering — Assessment, verification and validation of calculation methods

[5] ISO/TS 16733 Fire safety engineering — Selection of design fire scenarios and design fires

[6] ISO 16738 Fire safety engineering — Evaluation of behaviour and movement of people

[7] KIDD A., ed. Knowledge Elicitation for Expert Systems: A Practical Handbook, Plenum Press, New-York, 1987

[8] KLEIJNEN J.P.C. Statistical Techniques in Simulation, Part I, Marcel Dekker, 1974

[9] KLEIJNEN J.P.C. and VAN GROENENDAAL W. Simulation: A Statistical Perspective, John Wiley, Chichester, UK, 1992

[10] LACHANCE J.L. et al. Handbook of Parameter Estimation for Probabilistic Risk Assessment, Draft NUREG, US Nuclear Regulatory Commission and Sandia National Laboratories, Washington, DC and Albuquerque, NM, 27 November 2002

[11] RAIFFA H. Decision Analysis, Addison-Wesley, Reading, MA, 1968

[12] WOUDENBERG F. An evaluation of Delphi, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 40 (1991), p. 131—150

УДК 614.841.2:006.354 ОКС 13.220.01

Ключевые слова: опасность, риск, оценка риска, пожарный риск, анализ риска, менеджмент риска, последствие, ущерб, сценарий пожара

Редактор *Н.Е. Рагузина*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.И. Рычкова*
Компьютерная верстка *Н.М. Кузнецовой*

Сдано в набор 07.10.2019. Подписано в печать 25.11.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 3,00.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru