ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 16732-1— 2024

Менеджмент риска

ПРОЦЕДУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНЫМ РИСКОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ

(ISO 16732-1:2012, Fire safety engineering — Fire risk assessment — Part 1: General, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Ассоциацией риск-менеджмента «Русское Общество Управления Рисками» (АРМ «РусРиск») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 010 «Менеджмент риска»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 июля 2024 г. № 997-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 16732-1:2012 «Техника пожарной безопасности. Оценка риска возникновения пожаров. Часть 1. Общие положения» (ISO 16732-1:2012 «Fire safety engineering — Fire risk assessment — Part 1: General», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта 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.

Дополнительные сноски в тексте стандарта, выделенные курсивом, приведены для пояснения текста оригинала

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

6 Некоторые положения международного стандарта, указанного в пункте 4, могут являться объектом патентных прав. Международная организация по стандартизации (ИСО) и Международная электротехническая комиссия (МЭК) не несут ответственности за идентификацию подобных патентных прав

*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, 2012
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

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 2
3 Термины и определения. 2
4 Применимость оценки пожарного риска 4
5 Краткий обзор менеджмента пожарного риска 4
6 Этапы оценки пожарного риска 5
7 Неопределенность, чувствительность, прецизионность и статистическая погрешность 15
8 Сравнительная оценка риска возникновения пожара 17
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам 20
Библиография 21

Введение

Настоящий стандарт предназначен для специалистов, занимающихся разработкой и внедрением системы менеджмента риска в своей организации. Необходимость использования этих методов может возникнуть у любого работающего в области пожарной безопасности специалиста. Все решения, принимаемые в области пожарной безопасности, предполагают некоторую степень неопределенности. Вероятности представляют собой выраженное математическими средствами представление неопределенности, а оценка риска является формой анализа пожарной безопасности, предусматривающей широкое использование вероятностей и, следовательно, предполагающей самое широкое рассмотрение всех типов неопределенности.

Специалисты, работающие в области пожарной безопасности, — это инженеры по пожарной безопасности; уполномоченные представители государственных органов, обладающих соответствующей юрисдикцией, например, территориальных органов власти; персонал служб пожарной охраны; сотрудники правоприменительных органов; разработчики соответствующих норм и правил и их пользователи; руководители служб пожарной безопасности и специалисты по менеджменту риска. Пользователи настоящего стандарта должны быть квалифицированы и компетентны в области обеспечения пожарной безопасности и оценки рисков. Пользователи должны понимать пределы применения используемой методики.

Оценке риска предшествуют два этапа: первый — определение специфики, включая цели в области пожарной безопасности, объекты, в отношении которых выполняют оценку риска возникновения пожара, и связанные с этим факты и допущения, второй — идентификация различных опасностей, подлежащих оценке. Термин «опасность» означает что-то, что является источником потенциального вреда.

К объектам оценки риска возникновения пожара относятся проектирование и средства управления структурой созданной человеком среды, например, зданий или сооружений. Оценка объекта защиты в части рисков возникновения пожара включает, например, анализ вероятности возникновения и степени прогнозируемого ущерба в случае реализации проекта в комбинации с оценкой допустимости рассматриваемых рисков.

Оценку пожарного риска можно использовать для принятия решений, касающихся предотвращения пожара или противопожарной защиты новой или существующей структуры созданной человеком среды, например, зданий, когда вероятностные аспекты, такие как возгорание или надежность противопожарных мероприятий, имеют большое значение. Также оценку пожарного риска можно использовать для установления соответствия существующего уровня безопасности нормативным требованиям, для определения баланса затрат и преимуществ от снижения рисков или для исследования допустимости риска при возникновении серьезных событий. Оценку пожарного риска также можно использовать в качестве общего руководства к действию или для выбора сценариев и других элементов детерминированного анализа.

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» (123-ФЗ) и методик оценки риска, утвержденных МЧС России.

Настоящий стандарт не содержит требований к порядку проведения расчета пожарного риска в соответствии с методиками, утвержденными МЧС России.

При применении настоящего стандарта следует учитывать, что представленные в нем определения терминов идентичны ИСО 13943:2008, они применимы только для целей настоящего стандарта и могут не в полной мере соответствовать «Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности» (123-ФЗ).

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Менеджмент риска

ПРОЦЕДУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНЫМ РИСКОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Risk management.
Fire risk management in enterprise

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения*

Настоящий стандарт содержит основные положения для оценки риска путем установления принципов, лежащих в основе количественной оценки и интерпретации пожарного риска. Принципы пожарного риска могут быть применены ко всем ситуациям, связанным с возникновением пожара, всем конфигурациям и типам сценариев пожаров. Принципы и концепции настоящего стандарта можно применять к любым целям обеспечения пожарной безопасности, включая пять основных целей, перечисленных в разделе 1 ИСО 23932:2009:

- безопасность жизни;
- сохранность имущества;
- непрерывность экономической деятельности и безопасность операций;
- защита окружающей среды;
- сохранение культурно-исторического наследия.

Настоящий стандарт представляет собой руководство для разработки других стандартов, в нем дано описание формальных процедур реализации принципов оценки рисков для определенных режимов применения, например в ситуациях, в которых возможны только некоторые типы сценариев пожара. Эти будущие стандарты завершат процесс стандартизации по данной тематике, начатый настоящим стандартом, которая не только устанавливает действия, подлежащие выполнению при оценке пожарного риска, но также предоставляет практические руководящие указания по установлению степени соответствия определенного подхода, использованного для количественной оценки, допустимому диапазону значений.

Принципы, лежащие в основе количественной оценки рисков, представлены в настоящем стандарте в виде основных этапов оценки риска. Эти этапы рассмотрены по отношению к системе менеджмента пожарного риска, а затем им дают объяснения в контексте системы пожарной безопасности, в соответствии с ISO/TR 13387. Использование сценариев и характеризация вероятности возникновения пожара (или имеющего близкое отношение показателя частоты), а также последствий, далее описывают в виде основных этапов оценки пожарного риска, приводящих к получению количественной оценки общего 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.

Структура настоящего стандарта не предполагает соответствие каким-либо национальным регламентам или другим требованиям в отношении использования оценки пожарного риска или типа анализа, выполняемого в рамках оценки пожарного риска.

---

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

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт [для датированной ссылки применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированной — последнее издание (включая все изменения)]:

ИСО 13943:2008, Fire safety — Vocabulary (Пожарная безопасность. Словарь)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 13943, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **критерий допустимости** (оценка на основании расчетов пожарного риска) (acceptance criterion): Качественный и количественный критерий, формирующий допустимое основание для оценки безопасности структуры созданной человеком среды, выраженный в единицах измерения по шкале пожарного риска.

Примечание — По ИСО 13943:2008.

3.2 **последствие** (consequence): Результат или результаты события, выражаемые положительно или отрицательно, количественно или качественно.

3.3 **проектная нагрузка** (оценка на основании расчетов пожарного риска) (design load): Сценарий пожара с существенной степенью опасности, предоставляющий надлежащее основание для оценки, может ли проект вызвать неприемлемые по своей величине последствия.

3.4 **технический анализ** (engineering judgement): Процесс, осуществляемый специалистом, способным благодаря соответствующему уровню квалификации, образования, опыта и навыков, применять, дополнять, принимать или отклонять элементы количественного анализа.

3.5 **дерево событий** (event tree): Схема, отображающая временные и причинные последовательности событий, являющихся следствием возникновения одиночного инициирующего условия.

[ИСО 13943:2008, 4.85]

3.6 **дерево неисправностей** (fault tree): Схема, отображающая логические взаимозависимости элементов друг от друга, возникающие вокруг критического результирующего события, обычно имеющего недопустимый уровень последствий, и классифицируемый как «неисправность».

[ИСО 13943:2008, 4.95]

3.7 **пожарный риск** (сценарный) (fire risk): Комбинация вероятности пожара и количественной меры его последствий.

Примечание — Адаптировано из ИСО 13943:2008.

3.8 **пожарный риск** (проектный) (fire risk): Комбинация частот и последствий, связанных с проектом сценариев пожара.

Примечание — В данном определении риск выражают как риск на единицу времени, поэтому вместо вероятности используют частоту возникновения события. Обычно для групп сценариев пожара вычисляют частоты (см. 3.16), а для представительных сценариев пожара обычно вычисляют последствия (см. 3.15).

3.9 **допустимый пожарный риск** (оценка на основании расчетов пожарного риска) (fire risk, acceptable): Риск, удовлетворяющий установленным критериям допустимости.

3.10 **оценка пожарного риска** (вычисление пожарного риска объекта защиты) (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.

3.11 **кривая пожарного риска** (fire-risk curve): Графическое представление пожарного риска.

Примечание — Обычно графическое представление является логарифмическим графиком зависимости совокупной вероятности от совокупного последствия, в котором последствия измеряют количеством человеческих жертв; кривую пожарного риска также называют кривой-fN, где f означает частоту возникновения события, а N — количество жертв с летальным исходом.

[ИСО 13943:2008, 4.125]

3.12 **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.

3.13 **матрица пожарного риска** (fire risk matrix): Матричное представление данных, в котором группы сценариев возникновения пожара описаны путем ранжирования вероятностей сценариев, записанных в виде (1) строк или столбцов и ранжирования расчетной нагрузки (т. е. размера или интенсивности пожара), записанных в виде (2) столбцов или строк, так что записи (3) 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.

3.14 **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.

Примечание 1 — На основе ИСО 13943:2008.

Примечание 2 — Описание сценария пожара обычно включает процессы возгорания и развития пожара, этап полностью развитой стадии пожара и стадию распада, а также элементы окружающей среды и условий, способные оказывать влияние на течение пожара. В отличие от детерминированного анализа пожара, в котором осуществляется индивидуальный отбор сценариев пожара и их использование в качестве проекта сценариев пожара, в оценке пожарного риска сценарии пожара используют в качестве представительных сценариев пожара в рамках групп сценариев пожара.

3.15 **представительный сценарий пожара** (fire scenario, representative): Определенный сценарий пожара, выбранный из группы сценариев пожара таким образом, чтобы последствия представительного сценария пожара могли быть использованы в качестве обоснованной оценки средних последствий сценариев в данной группе сценариев пожара.

Примечание — Дополнительная информация приведена в ISO/TR 13387-1:1999, пункт 8.2.1, перечисления a)—f).

3.16 **группа сценариев пожара** (fire scenario cluster): Подмножество сценариев пожара, определяемых как часть полной группы возможных сценариев пожара.

Примечание 1 — Дополнительная информация приведена в ISO/TR 13387-1:1999, пункт 8.2.1, перечисления a)—f).

Примечание 2 — Подмножество определяют таким образом, чтобы расчет пожарного риска как суммы всех групп сценариев пожара, выраженный в частоте возникновения пожаров данной группы сценариев, помноженный на последствие представительного сценария пожара, не вызывал повышенной сложности вычисления.

3.17 **предельное состояние** (оценка на основании расчетов пожарного риска) (limit state): Пороговое или предельное значение по шкале последствий, обозначающее линию разграничения между допустимым последствием и недопустимым последствием.

3.18 **вероятность безотказной работы** (reliability): Вероятность того, что единица оборудования будет выполнять необходимую функцию в заданных условиях в течение заданного периода времени.

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

Примечание — Данное определение не содержит условий, предполагающих или требующих установления показателя допустимости риска.

[ИСО 13943:2008, 4.195]

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

Примечание — Данное определение не содержит условий, предполагающих или требующих установления показателя допустимости риска.

[ИСО 13943:2008, 4.297]

3.21 **принятие риска** (risk acceptance): Решение принять расчетный уровень риска на основании его соответствия критериям допустимости или на основании решения об изменении этих критериев.

3.22 **неприятие риска** (risk aversion): Решение предпочесть из вариантов, для которых произведения частоты возникновения событий пожара и его последствий идентичны, вариант с более легкими последствиями.

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

3.24 **менеджмент риска** (risk management): Процессы, процедуры и соответствующий уровень культуры организации, направленные на непрерывное обеспечение выполнения установленных критериев допустимости риска.

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

3.25 **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 — Меры изменения риска, не предусматривающие изменение объекта защиты, включают изменения процесса менеджмента процедур пожарной безопасности.

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

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

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

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

4 Применимость оценки пожарного риска

4.1 Условия, при которых оценка пожарного риска дает преимущества относительно детерминированного технического анализа пожарной безопасности

Сценарии, предполагающие низкую вероятность реализации, но высокий уровень последствий, вызывают затруднения. Для таких сценариев могут возникать ситуации, когда достижение целей пожарной безопасности при допустимом уровне затрат станет невозможным, но в полной мере игнорировать эти сценарии недопустимо. Процедура взвешенного анализа последствий этих сценариев на основании вероятности их осуществления, аналогично тому, как это делается при оценке пожарного риска, позволяет встраивать эти сценарии в расчет без придания им характера исключительности. Любые из указанных ниже сценарных характеристик могут вызвать появление сценариев, обладающих свойствами низкой вероятности реализации и высокого уровня последствий:

- при наличии большого разнообразия проблемных сценариев пожара или в случае, когда последствия очень чувствительны к незначительным изменениям входных параметров, невозможно составить финальный список проектов сценариев пожара, которые в своей совокупности рассматривают и представляют все сценарии пожара. В этих условиях, оценка пожарного риска может обеспечить более гибкую структуру для анализа с использованием большого количества представительных сценариев пожара, а также предоставляет количественные подтверждающие данные того, что выбранные сценарии являются представительными для всех сценариев.

Вероятность безотказной работы является вероятностным параметром. Оценка пожарного риска очень полезна при анализе любой проблемы, когда результаты очень чувствительны к фактору вероятности безотказной работы или когда уровень вероятности безотказной работы не является постоянным и существенно изменяется от одной проектной спецификации к другой.

5 Краткий обзор менеджмента пожарного риска

Менеджмент риска включает как оценку риска, так и обработку риска, принятие риска и обмен информацией о риске. Принятие риска означает завершение процедуры оценки риска. Если риск не принят, необходимо выполнить повторную оценку риска, а обработка риска является вариантом дей-

ствий после каждой оценки риска. Обмен информацией о риске выполняют после принятия 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 конструкцию объекта защиты и направлена на достижение выполнения критериев допустимости и соответствия установленным требованиям.



Рисунок 1 — Блок-схема менеджмента пожарного риска

Оценка пожарного риска начинается с анализа поставленных целей и предполагаемых требований к конструкции или другой части объекта защиты. Сначала выполняют количественную оценку риска, затем — сравнительную оценку. Сравнительная оценка риска состоит из сопоставления расчетного риска для объекта защиты с критериями допустимости риска. Описание процесса этого сравнения, основных этапов и пошаговых действий дано в ИСО 23932:2009, подраздел 11.2.

6 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 последствия событий могут быть определены в количественной форме. В последующих разделах дано описание использования кривых риска, матриц риска и других методов, для которых блок-схема не может быть применена в полном объеме.

Количественную оценку пожарного риска начинают с определения характеристики объекта защиты*. Характеристика включает в себя множество количественных допущений, необходимых в соответствии с целями и требованиями к объекту защиты для выполнения оценки риска. Например, выбор метода использования имущества объекта защиты предполагает множество количественных допущений. Если здание предполагают использовать как офис, это имеет значение для планировки помещений, стандартных размеров этих помещений в разбивке по типам, количеству лиц, находящихся в них по дням недели, а также сочетания этих характеристик.

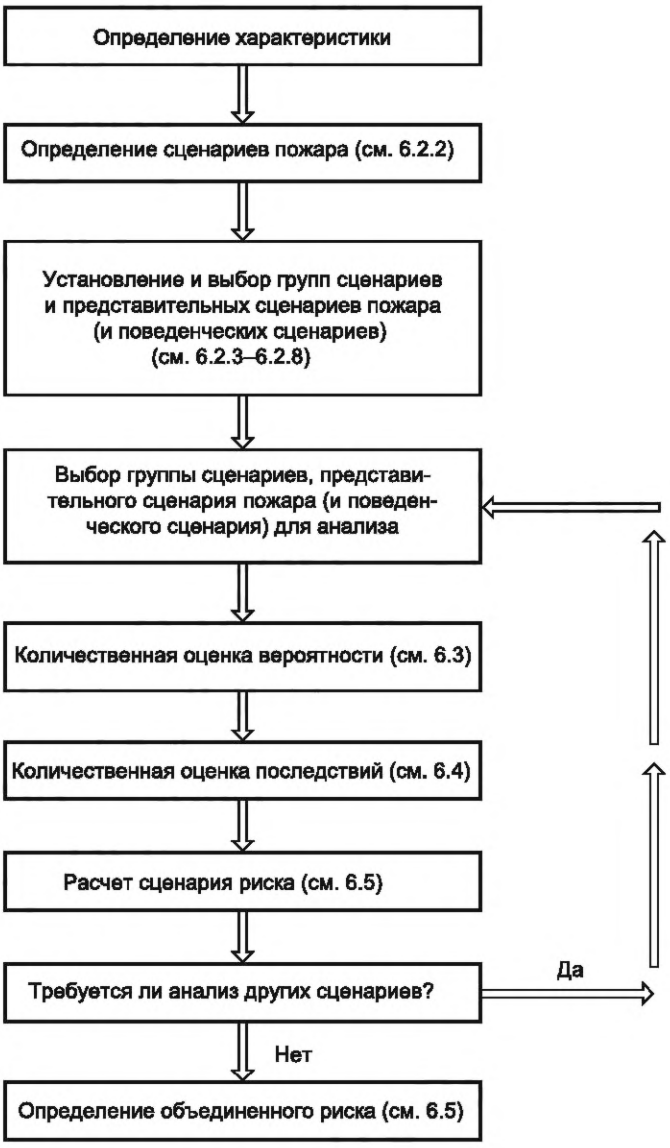


Рисунок 2 — Схема оценки пожарного риска

Следующим этапом является идентификация опасностей, данные о которых используют в дальнейшем для определения и выбора групп сценариев и соответствующих представительных сценариев пожара, формирующих основу для количественной оценки риска. Далее для анализа выбирают одну группу сценариев и пару представительных пожарных сценариев и делают количественную оценку частоты риска этой группы сценариев и последствий реализации этого сценария. Эту процедуру повто-

* *При определении количественной оценки пожарного риска с учетом особенностей объекта защиты необходимо руководствоваться методиками определения расчетных величин пожарного риска, утвержденными МЧС России.*

ряют до тех пор, пока не будет проведен анализ всех отобранных сценариев и групп сценариев. Объединенный пожарный риск объекта защиты вычисляют как сумму пожарного риска по всем сценариям.

Сокращенные вычисления пожарного риска можно использовать для выбора небольшого количества сценариев при выполнении детерминированной сравнительной оценки (см. ISO/TS 16733:2006, пункт 6.2.4). В этом случае на конечном этапе сценарные пожарные риски не суммируют, а выбирают сценарии с наивысшими сценарными пожарными рисками (или с предполагаемыми пожарными рисками, если, например, рассматривают возможность неприятия риска в явной форме). Этот альтернативный конечный этап не показан на рисунке 2 потому, что не является этапом количественной оценки пожарного риска.

6.2 Использование сценариев при оценке пожарного риска

6.2.1 Краткий обзор процедуры определения и выбора сценариев

Количество различных сценариев пожара настолько велико, что невозможно провести анализ каждого из них. Поэтому при любой оценке пожарного риска необходимо разрабатывать сценарную структуру управляемого размера, а количественная оценка риска этих сценариев должна быть обоснованной оценкой общего пожарного риска. Основными методами достижения этих целей являются идентификация опасностей, объединение сценариев в группы и исключение сценариев с незначительным риском.

6.2.2 Идентификация сценариев пожара*

Систематическую идентификацию опасностей пожара и сценариев пожара следует выполнять в соответствии с ISO/TS 16733:2006, подраздел 6.2, с этапа 1 по этап 5 включительно.

6.2.3 Объединение сценариев в группы

Характеристики сценариев, установленные в соответствии с 6.2.2, следует свести к краткому, параметрическому описанию полной картины всех возможных сценариев. Например, можно определить пять типов помещений или зон здания (а именно: обычно занятые помещения, обычно незанятые помещения, пути эвакуации, скрытые пространства, внешние места расположения) или три режима развития пожара (а именно: линейный рост, соответствующий тлению, открытому горению и быстрому распространению пламени). Выбирая тип или режим каждого параметра, пользователь определяет особую группу сценариев, объединяющую более точно охарактеризованные сценарии (например, по точкам возникновения пожара, соответствующим конкретному типу помещения). Каждую группу сценариев представляет единственный представительный сценарий пожара, последствия которого используют для составления характеристики средних последствий для всех сценариев этой группы.

6.2.4 Исключение сценариев с незначительным риском

В связи с наличием очень большого числа возможных сценариев, процесс их объединения в группы в составе исчерпывающего набора сценариев упростится, если исключить некоторые из них на основании незначительного риска. Этот этап должен быть всесторонне и количественно обоснован и может быть применен только при наличии веских подтверждений оценки незначительности риска. Особая опасность возникает при использовании этого этапа для исключения сценариев, характеризующихся низкой частотой возникновения риска и значительными последствиями. Сценарии, имеющие в индивидуальном плане низкую частоту возникновения риска, не могут считаться маловероятными при их рассмотрении в составе группы. Сценарии, имеющие низкую расчетную частоту возникновения риска, могут обладать настолько значительной неопределенностью своих характеристик, что их невозможно с полной уверенностью рассматривать как маловероятные.

Консервативная процедура отбора включает большее количество групп сценариев маловероятных рисков. Следует обратить внимание, что в данном случае имеет место различие между консервативной процедурой отбора и консервативными оценками вероятности риска и его последствий. Консервативная процедура отбора может повысить точность оценок риска, а консервативные оценки вносят неизвестные погрешности и не повышают точность.

6.2.5 Демонстрация полноты структуры сценария

Разрабатывают картографию всех возможных сценариев по группам — либо отобранным для анализа, либо исключенным целевым образом, в соответствии с 6.2.3 и 6.2.4. Эта процедура позволяет установить, что все сценарии были учтены и методы их обработки были тщательно отобраны, и что структура сценария является полной и завершенной.

---

* *При идентификации пожарных опасностей необходимо учитывать методики, утвержденные МЧС России.*

Если два или более потенциальных объекта защиты полежат сравнению друг с другом, а не с внешними критериями допустимости, тогда группы сценариев могут быть исключены, даже если они предполагают значительный риск, если два объекта защиты предположительно имеют аналогичные или идентичные риски в сценариях, где термин «аналогичный» означает, что ожидаемая разница рисков для сценариев, предложенных для исключения, в значительной степени меньше ожидаемой разницы рисков, предложенных для всестороннего анализа. Эти ожидаемые значения должны быть основаны на результатах технического анализа. Так как согласованные результаты технического анализа могут отражать неверное понимание истинного риска, эти исключения должны быть незначительными по своему количеству.

При любой структуре сценария очень трудно соблюсти надлежащий баланс между сценариями с высокой вероятностью риска и малыми последствиями, и сценариями с низкой вероятностью риска и значительными. Оба варианта имеют значение.

6.2.6 Оценка пожарного риска без явных структур сценария

В некоторых методах оценки пожарного риска не используют точных структур сценариев, например, при выполнении анализа с использованием кривых риска или матриц риска. В случае если явная структура сценария не используется, необходимо иметь данные, подтверждающие, что базовая или явная структура сценария является соответствующей и достаточной. Исследуют процедуру неявных допущений в отношении описания, включений или исключений, а также относительной вероятности базовых сценариев.

Затем, при помощи средств технического анализа идентифицируют и документально регистрируют источники систематической погрешности в этих допущениях и предлагают изменения процедуры анализа для компенсации выявленных погрешностей.

6.2.7 Поведенческие сценарии

Для анализа обычно необходимо определить не только сценарии пожара, но также и сценарии поведения людей, в которых указывают количество людей, связанных с пожаром, их характеристики и особенности поведения, включая средства эвакуации. Дополнительные руководящие указания по поведенческим параметрам даны в ISO/TR 16738 и в ISO/TS 16733:2006, пункт 6.2.6.

6.2.8 Оценка пожарного риска при выборе проектов сценариев пожара для детерминированного анализа

Подробное руководство по выбору проектов сценариев пожара для детерминированного анализа приведено в ISO/TS 16733.

6.3 Количественная оценка частоты и вероятности реализации риска

В процедуре количественной оценки пожарного риска, приведенной на рисунке 2, частоту возникновения риска необходимо оценивать количественно для каждой группы сценариев пожара, включенной в итоговую структуру сценария в соответствии с 6.2.1—6.2.7. В 6.3.1 дано описание альтернативных общих методов количественной оценки частоты риска, а 6.3.2 и 6.3.3 содержат особые руководящие указания для количественной оценки частоты возгорания и вероятностей изменения состояния системы, соответственно. С дополнительными руководящими указаниями можно ознакомиться в ISO/TS 16733:2006, пункт 6.3.2.

6.3.1 Методы количественной оценки вероятности и частоты реализации риска

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 [6].

Значения вероятности и частоты реализации риска можно получить с использованием одного или всех трех следующих методов:

1) прямая количественная оценка на основании имеющихся данных;

2) выводы, полученные с использованием модели, связывающей рассматриваемые вероятности и частоты реализации риска с другими вероятностями и частотами, например, связывающие частоту воспламенения при пожаре с частотами отказов компонентов оборудования, с соответствующими человеческими ошибками, с близким расположением воспламеняемых материалов и тому подобное;

3) техническая оценка.

Следует обратить внимание, что, несмотря на то, что частоты и вероятности реализации риска сами по себе являются выражениями неопределенности, также существует неопределенность, прису-

щая расчетным значениям этих частот и вероятностей. Этот тип неопределенности подлежит рассмотрению на этапе анализа неопределенности.

При расчете вероятностей и частот реализации рисков возникают ошибки и статистические погрешности, для устранения или предотвращения которых следует учитывать следующее:

- следует иметь в виду, что иногда люди недооценивают малые частоты и вероятности реализации рисков и переоценивают большие. Необходимо принимать меры для компенсации этой общей тенденции при выполнении технического анализа расчетных значений. Не следует компенсировать эти ошибки методом намеренного завышения высоких последствий, связанных с низкими частотами реализации рисков, или намеренного занижения низких последствий, связанных с высокими частотами реализации рисков;

- не стоит предполагать, что состояния и события являются статистически независимыми. Выявляют события, имеющие общую причину, коррелированные характеристики, способствующие возникновению состояния повышенного риска для лиц, находящихся в помещениях, и другие ситуации, в которых совместная вероятность реализации рисков будет превышать значение произведения вероятностей отдельных компонентов. Например, ситуации, в которых риск возгорания более вероятен, обычно возникают, когда методы и способы выполнения текущей производственной деятельности способствуют снижению эффективности и вероятности безотказной работы противопожарного оборудования и активных и пассивных систем пожарной защиты, а именно: неработающие датчики обнаружения огня, нефункционирующие спринклерные системы тушения пожара, ненадлежащие кабельные/трубные проходки в стенах, заблокированные в открытом положении двери или другие недостатки систем и оборудования пожарной защиты;

- при определении расчетных значений частот реализации рисков возгорания используют фактические данные по пожарам. Нередко при выполнении технической оценки имеет место переоценка относительного правдоподобия сценариев, учитывающих особые факторы опасности и состояние производственных объектов, и недооценка или игнорирование общих сценариев — таких, как пожар нагревательного (отопительного) оборудования или электротехнических систем;

- при выборе баз данных следует обращать особое внимание не только на качество, но и на репрезентативность данных. Нередко технические специалисты полагаются на базы, содержащие очень качественные данные, основанные на результатах тщательного расследования каждого события пожара. Эти базы данных приводят к дезориентирующим выводам при расчете вероятности и частоты реализации риска потому, что они охватывают только небольшую часть произошедших пожаров, основной акцент в которых делается на пожары с высокими показателями смертности, тем самым исключаются из рассмотрения пожары меньшего масштаба, суммарно вызывающие наибольшее количество жертв, а также крупные пожары с нанесением значительного ущерба имуществу;

- дублирование оборудования и систем пожарной безопасности не является необходимым или достаточным условием общей высокой вероятности безотказной работы функционирования объекта. При расчете показателей вероятности безотказной работы фактор наличия дублирующих систем не следует учитывать в качестве достоверного показателя высокой вероятность безотказной работы;

- не следует использовать нулевую расчетную оценку частоты реализации риска в отношении типов пожаров, никогда не возникавших ранее или не имеющих документального отражения в базах данных, используемых для анализа. Напротив, используют более крупную группу сценариев, для которых можно рассчитать значимую величину частоты или использовать статистические методы предельных значений для расчета ненулевой частоты возникновения события, которого в реальности еще не произошло.

6.3.1.1 Количественная оценка вероятности и частоты непосредственно на основе данных

Для количественной оценки вероятностей и частот реализации рисков на основании данных обычно используют соотношения, в которых числителем является расчетное количество соответствующих событий, а знаменатель указывает на степень оказываемого воздействия или возможность возникновения событий. Знаменатель измеряется в единицах времени (например, количество событий в год), количестве человек (например, количество пожаров на тысячу человек, находящихся на объекте), единицах стоимости имущества (например, количество пожаров, поделенное на общую стоимость всех зданий и их содержимого), пространственных особенностях (например, количество пожаров на тысячу зданий данного типа) или других единицах (например, количество пожаров на тысячу компаний, эксплуатирующих здания данного типа). Знаменатель измерения вероятностей может включать количество событий (например, количество возникающих пожаров, достаточно больших для срабатывания спринклерной системы пожаротушения на площади, защищаемой этой системой).

Базы данных для числителей или знаменателей могут быть созданы на основе выборочных данных (допускающих статистически обоснованную выборку данных для оценки размера полной группы или генеральной совокупности, по которой сделана выборка) или путем сбора сведений (обеспечивающего наиболее полные данные об интересующей группе).

Расчетные значения на основе данных по смыслу допускают, что будущее будет таким же, как и прошлое. Расчетные оценки на основе моделей или технического анализа не требуют такого допущения.

6.3.1.2 Количественная оценка вероятности и частоты на основе моделирования

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

Использование модели не устраняет необходимости использования экспериментальных или экспертных данных, но изменяет тип необходимых данных. Вместо требования данных для обеспечения количественной оценки частот и вероятностей на основе данных, как правило, полученных посредством расчетов соотношений, количественная оценка на основе моделирования требует наличия данных для обеспечения расчетных значений переменных величин, используемых в модели. Данные для переменных величин, используемых при моделировании, получить достаточно трудно. Может возникнуть необходимость выработки компромисса между преимуществами моделирования с точки зрения сложности, достоверности и соответствия научным данным и неопределенностью, связанной с исходными данными для модели, по сравнению с неопределенностью, связанной с данными, в случае их непосредственного использования.

Простейшим типом модели для количественной оценки вероятности является байесовский анализ, в соответствии с которым выполняют расчет необходимых вероятностей на основании других вероятностей, измеряемых более простыми способами. Байесовский анализ представляет собой математический метод обратного анализа условных вероятностей, при котором объективные свидетельства (например, набор результатов наблюдений) можно комбинировать с известными распределениями вероятности, устанавливающими вероятность свидетельств при условии, что допускаемое распределение вероятности интересующего параметра обеспечит получение оптимального расчетного значения распределения вероятности параметра, наиболее соответствующего объективным свидетельствам.

Закон Байеса, являющийся основой для байесовского анализа, представляет собой обобщение утверждения, что условная вероятность *y* при заданном значении *x* равна суммарной вероятности *x* и *y*, поделенной на значение условной вероятности *x* при заданном значении *y*. В байесовском анализе неэмпирическая информация, такая как результаты наилучших экспертных расчетов, может быть конвертирована в эквивалентное число наблюдений и может быть использована в комбинации с данными наблюдений, для расчета значений вероятности и частоты, не являющихся простыми частотами выборки.

С дополнительной информацией по байесовскому анализу можно ознакомиться по ссылке [7].

Выборка по методу Монте-Карло не является альтернативным источником расчетных значений вероятности и частоты, но представляет собой численный метод вычисления пожарного риска для установленного набора распределений вероятностей. Эти распределения используют в качестве основы для отбора образцов специфических сценариев с полностью равными значениями вероятностей — так, чтобы среднее последствие для такого образца было бы наилучшей оценкой взвешенных по вероятности последствий для всего подмножества сценариев. С более подробными руководящими указаниями по отбору образцов и снижению вариативности по методу Монте-Карло можно ознакомиться по ссылкам [8] и [9].

6.3.1.3 Количественная оценка вероятности и частоты на основе технического анализа

Технический анализ может быть выполнен систематически и последовательно с помощью методов Дельфи или других соответствующих процедур для уменьшения систематической погрешности и повышения качества оценок. С описанием метода Дельфи можно ознакомиться по ссылке [10]. С информацией по сопоставлению метода Дельфи с другими процедурами можно ознакомиться по ссылке [11].

Технический анализ может быть выполнен для определения точечного или интервального значения. Обычно интервал значений вызывает меньше разногласий у специалистов, выполняющих оценку, и достаточен для использования в матрице риска или другой процедуре качественной оценки пожарно-

го риска. С дополнительной информацией по получению оценок риска на основе технического анализа можно ознакомиться по ссылке [12].

6.3.2 Частоты исходных событий

Данные по ущербу, используемые для вычисления числовых значений частот, могут быть специфичными для исследуемого здания, для всех зданий данного типа, расположенных в одном местоположении или имеющих одного хозяина, или для любой более крупной группы объектов недвижимости вплоть до национальных или международных баз данных. Каждый из этих вариантов имеет преимущества и недостатки с точки зрения их адекватности, уровня детализации, доступности данных и величины базы данных для поддержки точности оценок.

Количественные оценки частот могут быть получены на основании расчетных значений частот некоторых, но не всех, характеристик полного сценария. Например, частоту пожаров на заводской производственной территории из-за искр, возникающих в результате эксплуатации оборудования, можно оценить путем расчета вероятностей появления искр в комбинации с частотами возникающих пожаров. В таких вычислениях очень важно не делать допущения о статистической независимости событий без соответствующих обоснований. Независимость должна приниматься не только на основании допущения, но и иметь свое подтверждение.

Самым серьезным примером нарушения независимости исходных событий с общей причиной является землетрясение, которое одновременно способствует возникновению многократных возгораний и поломкам трубопроводов спринклерных систем пожаротушения. Каждый отдельный пожар и поломка трубопровода являются редкими событиями, но частота комбинированных событий не равна минимальному значению, полученному при обработке безусловной вероятности каждой характеристики, при условии, что пожар возникает как справедливый расчетный результат условной вероятности того, что пожар будет иметь эту характеристику, и при условии, что он имеет другие характерные особенности. Такое вычисление существенно усложнит маловероятность такого многохарактерного события потому, что землетрясение является общей причиной события. Если случится землетрясение, что само по себе маловероятно, тогда все другие характеристики становятся вероятными.

6.3.3 Вероятности состояния и вероятность безотказной работы

Каждая единица оборудования или система пожарной безопасности имеют альтернативные возможные состояния в момент возгорания, такие как подключенный или не подключенный к источнику питания сигнальный датчик пожара, открытый или закрытый клапан разбрызгивателя, открытая или закрытая дверь. Необходимо рассматривать каждое возможное состояние, способное повлиять на частоту или последствия сценария пожара, что потребует оценки вероятности этого состояния.

Другие состояния также имеют вероятности. Количество, местоположения и состояния людей, находящихся в здании, имеют ассоциированные вероятности состояния, важные для обращения с поведенческими сценариями. Количество, местоположения и горючие свойства часто перемещаемого содержимого зданий имеют ассоциированные вероятности состояния, важные для количественной оценки развития пожара и доступности путей для перемещения находящихся в здании людей.

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 несущий элемент конструкции выдержал или не выдержал нагрузку без недопустимой деформации. Вероятности безотказной работы являются вероятностями успешного функционирования или отказа, при этом «отказ» означает невыполнение необходимой функции в полном объеме или частично и не относится только к отказу срабатывания. Для несущих нагрузку элементов конструкции термин «отказ» наиболее часто используют для описания разрушения. Для активных систем пожарной защиты термин «отказ» используют, только когда имеет место несрабатывание или когда результат срабатывания является неприемлемым или не соответствующим конструкции.

Это примеры вероятностей, которые не являются частотами возгорания, но которые необходимо использовать для количественной оценки пожарного риска. Поведенческие сценарии также требуют оценки частот и вероятностей.

Понятие вероятности безотказной работы применяют к эксплуатационным параметрам любого здания или к проектным характеристикам продукции, эффективность которых может повлиять на ход распространения пожара, способствуя, тем самым, возможности определения сценария возникающего пожара и последствий, связанных с этим сценарием. Также возможно, что эффективность особенностей объекта защиты может получить более всестороннее описание в виде набора частных успехов или частных отказов.

6.4 Количественная оценка последствий

В процедуре количественной оценки пожарного риска, приведенной на рисунке 2, показано, что последствия необходимо оценивать для каждого представительного сценария, включенного в структуру сценария в соответствии с 6.4.1—6.4.3. В 6.4.1—6.4.3 описаны альтернативные методы количественной оценки последствий с использованием экспериментальных данных по ущербу, моделирования или технического анализа соответственно. С дополнительными руководящими указаниями можно ознакомиться в ISO/TS 16733:2006, пункт 6.3.3.

6.4.1 Общие подходы к количественной оценке последствий

Количественная оценка последствий обычно предусматривает разработку комплексной методики расчета. На основании характеристик сценария одна процедура расчета позволяет дать количественную оценку скорости возникновения различных результатов пожара, при помощи другой процедуры можно получить количественную оценку темпа изменений условий протекания пожара в разных точках помещения, а третья процедура позволяет выполнить количественную оценку влияния пожара на объекты защиты, расположенные в любом местоположении. Стандарты ISO/TC 92/SC 1 содержат описание процедур для первого типа расчета, стандарты ISO/TC 92/SC 4/WG 9 содержат процедуры для второго типа расчета, а стандарты ISO/TC 92/SC 2 и SC 3 содержат процедуры для третьего типа расчета.

При оценке последствий возникают определенные общие ошибки и погрешности, которые следует учитывать, включая следующие:

- при выборе представительного сценария пожара не следует исходить из того, что в сценариях, объединенных в одну группу, преобладают ситуации с самой низкой или с самой высокой степенью серьезности. Нередко имеет место упрощение оценок, вследствие чего группу, содержащую широкий спектр сценариев пожара, рассматривают только с точки зрения ее наиболее и наименее серьезных последствий. В качестве ошибочного рассуждения в направлении слишком высокой серьезности последствий можно привести пример того, что по статистике среднее последствие поджога лишь в незначительной степени превосходит среднее последствие неумышленного неосторожного обращения с огнем. Было бы ошибкой предполагать, что при обычном поджоге задействуют несколько точек возгорания, используют ускорители горения или выполняют действия, направленные на преднамеренное повреждение систем и оборудования пожарной безопасности. В качестве ошибочного рассуждения в направлении слишком низкой серьезности последствий можно привести пример, когда пожар, возникший от возгорания конфорки или дымохода, распространяется на все здание и уничтожает его, при том, что в своем большинстве такие пожары являются очень незначительными, легко и быстро устраняются с нанесением только незначительного ущерба;
- трудно оценить последствия с помощью технического анализа для сценариев, в которых одна или более систем, единиц оборудования или программ пожарной безопасности являются частично или полностью неэффективными. Полную эффективность и полную неэффективность, практически равнозначную отсутствию системы, оборудования или программы, быстрее и проще визуализировать, моделировать, и, следовательно, проще оценить при помощи технического анализа. Частичная эффективность включает в себя самый широкий спектр различных видов и степеней снижения качества и ухудшения эксплуатационных характеристик систем, оборудования и программ пожарной безопасности, а пользователь может не иметь достаточного опыта для выбора определенной формы частичной неэффективности для количественной оценки.

6.4.2 Количественная оценка последствий на основе экспериментальных данных по ущербу

Если используют экспериментальные данные по ущербу, то они могут быть применены к конструкции (или другой части объекта защиты) исследуемого объекта (в качестве предыдущих данных, если здания уже существуют и проект предусматривает их модернизацию или реконструкцию, поскольку совершенно очевидно, что новые объекты не имеют исторических данных по ущербу), ко всем объектам 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 актуальности, уровня детализации, доступности данных и размера базы данных для обеспечения необходимой точности оценок.

Оценки, основанные на экспериментальных данных по ущербу, явно предполагают, что будущее будет таким же, как и прошлое. Оценки, основанные на моделировании или техническом анализе, не требуют такого допущения.

6.4.3 Количественная оценка последствий на основе моделей

Общие руководящие указания по использованию моделей при количественной оценке рисков даны в 6.3.1.2.

Не следует предполагать, что более детализированные модели приводят к более точным итоговым оценкам риска. Детализированная модель обычно требует большого количества входных данных, а некоторые виды данных, например, данные натурных исследований, при выполнении детальной оценки приобретают значительную степень неопределенности, потому что для большого количества необходимых оценок используют данные ограниченного количества реальных ситуаций. Кроме того, детальные описания, используемые для обычной детерминированной модели пожара, более многочисленны и доступны по сравнению с детальными описаниями, используемыми для оценки соответствующих частот и вероятностей. Эти два источника значительной неопределенности данных могут привести к той же неопределенности комбинированных оценок, что неопределенность, возникающая при использовании более простых моделей.

6.4.4 Количественная оценка последствий на основе технического анализа

Общие руководящие указания по систематическим методам определения и применения методов технического анализа для оценки рисков даны в 6.3.1.3.

6.5 Вычисление пожарного риска сценария и объединенного пожарного риска*

6.5.1 Математические формулы пожарного риска

На основании формулировок целей и критериев допустимости риска выбирают подходящее определение пожарного риска. Любое такое определение будет соответствовать математической формуле комбинации частот и последствий всех относящихся к проекту сценариев:

Риск = Σf (вероятность, последствие для данного сценария), для всех сценариев.

Примечание — По материалам ISO/TR 13387.

Наиболее часто используют две следующие математические формулы:

a) Риск = Σ (частота, помноженная на последствия данного сценария), для всех сценариев.

Примечание — По ISO/TR 13387;

b) Риск = комбинированная частота по всем сценариям, где последствия превышают установленный порог безопасности.

Примечание — По ISO/TR 13387.

Первая из приведенных выше формул определяет пожарный риск для сценария как ожидаемое значение, то есть произведение частоты и последствия, и определяет расчетное значение объединенного пожарного риска как сумму пожарных рисков для всех сценариев.

Вторая из приведенных выше формул определяет пожарный риск для сценария как частоту сценариев, последствия которых являются недопустимыми, следовательно, как частоту сценария, помноженную на 1, если последствия недопустимы, и на 0, если последствия допустимы.

6.5.2 Дерево событий, дерево отказов и альтернативные определения риска

Методы дерева событий и дерева отказов используют в качестве эффективных форматов вычисления пожарного риска в соответствии с любым из определений риска, приведенных в 6.5.1.

Сценарий пожара в методе — дерево событий представлен в виде траектории временной последовательности от исходного состояния, далее через цепь промежуточных событий, вплоть до конечного события. Каждому сценарию пожара соответствует своя ветка дерева событий, а в совокупности все ветки составляют все сценарии пожара. Сценарий пожара в методе дерева отказов представлен критическим результирующим событием и одной альтернативной, полностью установленной логической последовательностью, в соответствии с которой это критическое результирующее событие может произойти. С более подробной информацией по анализу методом дерева решений можно ознакомиться по ссылке [13].

Метод дерева событий является основой для количественной оценки частот в группе сценариев с использованием структуры дерева, а также логической и временной последовательностей. С дополнительными руководящими указаниями можно ознакомиться в ISO/TS 16733:2006, подраздел 6.3.1.

---

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

В методе дерева отказов обычно используют только логическую последовательность, а в методе дерева событий обычно делают упор на временную последовательность. Если оценку последствий выполняют с использованием моделей пожара, основанных на отслеживании событий по временной шкале, тогда возникает параллельная конструкция формату дерева событий и формату оценки последствий. Такое положение свидетельствует в пользу дерева событий. При использовании второго определения риска из 6.5.1 (совокупная частота последствий, превышающая установленное пороговое значение) количественная оценка последствий может оказаться менее сложной, и для выработки необходимых частот для группы сценариев можно использовать либо метод дерева событий, либо метод дерева отказов.

6.5.3 Риск, определяемый на основании проектной нагрузки или предельного состояния

Если для анализа используют данные по пределу прочности, то удобным показателем является проектная нагрузка, для которой одну шкалу, определяющую сценарии пожара, устанавливают на значение, достаточное для незначительного превышения установленного предела безопасности. Эту ситуацию иногда называют предельным состоянием, достаточным для возникновения состояния отказа. Этот показатель направлен на учет последствий и — в меньшей степени — на частоту риска. Допустимый проект может в результате привести к недопустимо большим последствиям в случае развития событий по сценарию, более серьезному, чем превышение проектной нагрузки. При анализе риска разрушения конструкций термин «проектная нагрузка» означает механическую нагрузку, значение которой достаточно велико для создания надлежащего основания для испытаний надежности конструкции. Зависимость проектных нагрузок обычно определяют по единой непрерывной шкале размера и интенсивности пожара.

Предельное состояние означает такое состояние объекта защиты, последствия которого имеют предельное допустимое значение, поэтому этот термин обычно используют в контексте описания временной последовательности развития сценария пожара. Такое описание определяет сценарий с точки зрения состояний и обеспечивает основу для идентификации состояний, являющихся или не являющихся предельными. В контексте проектирования и расчета строительных конструкций термин «предельное состояние» означает крайнее состояние, при превышении которого конструкция перестает удовлетворять требования к проектным показателям.

6.5.4 Прочие аспекты расчета риска

При использовании технического анализа для количественной оценки частоты и последствий нет необходимости оценивать их по отдельности. Наоборот, можно получить непосредственную оценку фактора риска, объединяющего в неявной форме эти два параметра. Для обеспечения большей согласованности субъективных оценок, выработанных пользователями, может быть использована точная процедура оценки значений частоты или последствий или непосредственной количественной оценки риска.

Меру риска можно выразить в виде безразмерных, непараметрических статистических данных, таких как ранжированные значения. Эти значения представляют собой качественные меры риска в противопоставление количественным мерам риска, для которых применяют правила пропорциональности числовой шкале. В полуколичественных мерах риска используют непараметрические статистические данные, полученные из категорий, определяемых установленными диапазонами числовых переменных.

И частота, и последствие могут быть охарактеризованы с использованием категорий — либо тех, что основаны на диапазонах базовых числовых значений, либо категорий, определенных напрямую. Если и частота, и последствие установлены именно таким образом, то совокупная характеристика результатов пожарного риска может быть представлена в виде матрицы риска, в которой строки и столбцы имеют названия по частотам и последствиям соответственно. В каждой ячейке матрицы представлен показатель пожарного риска, который не требует четкого расчета. В этом случае должны быть установлены правила определения превышения или занижения данными матричной ячейки порогового значения допустимого риска.

Для проектных исследований полезно использовать построение матрицы риска различными способами. Если сценарии можно охарактеризовать по единой шкале серьезности внешней опасности (например, по шкале интенсивности землетрясения или энергии удара молнии), то категории риска для построения строк матрицы риска могут быть получены на основе этой шкалы. В этом случае для построения столбцов матрицы можно использовать категории соответствующих диапазонов частоты возникновения для определенного диапазона значений серьезности опасности. Записи в ячейке матрицы могут быть представлены в виде значений последствий, являющихся функцией серьезности опасности

и эксплуатационных характеристик объекта защиты. Допустимый риск можно определить как пороговое значение последствий, без необходимости определения формальной количественной оценки риска. Необходимо отметить, что подобный подход косвенно допускает, что частота опасности не зависит от объекта защиты. Для оценки пожарного риска это допущение требует проведения более глубокого исследования и сравнительной оценки.

Результаты оценки пожарного риска также можно представить в виде кривой риска. Такая кривая, построенная на осях частоты и последствий, плавной линией соединяет точки, представляющие отдельные оценки частоты и последствий проанализированных сценариев пожара. Как только кривая риска для исследуемого объекта защиты и используемых допущений будет построена, изменения объекта защиты могут быть транслированы на новую кривую риска посредством процедуры количественной оценки риска. Относительное близкое расположение альтернативных кривых риска к началу координат (т. е. позиции нулевой частоты и нулевых последствий) является мерой относительного риска альтернативных констукций объекта защиты.

7 Неопределенность, чувствительность, прецизионность и статистическая погрешность

Неопределенность характеризует любые потенциальные различия между вычисленным значением риска и истинным значением, которое эта рассчитанная величина должна представлять. Прецизионность характеризует статистическую меру таких отклонений, безусловно основанных на стандартном отклонении распределения вероятности ошибки вокруг вычисленной величины риска. Статистическая погрешность характеризует любое отсутствие симметричности распределения отклонений.

Анализ чувствительности не предполагает количественной оценки неопределенности, но является исходным 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 можно совместить с информацией об аналогичных величинах ошибок в значения компонентов, тогда можно выполнить расчет случайной погрешности в полном объеме. Анализ чувствительности полезен при расстановке приоритетов для анализа неопределенности, когда внимание фокусируют на переменных величинах и параметрах, оказывающих максимальное влияние на результаты, и, следовательно, на переменные величины, с наибольшей вероятностью способные изменять выводы проводимого анализа.

Неопределенность не ограничивается только статистической изменчивостью, но также возникает в результате недостатка данных или ошибок в информации, используемой в процедуре вычисления риска. Если конкретное явление не учтено в вычислениях, например время до начала перемещения людей при вычислении времени их эвакуации или турбулентность огня при расчете развития и последствий пожара, то это явление также будет источником неопределенности, обычно связанной со статистической погрешностью, при вычислении риска.

Дополнительные руководящие указания относительно методов анализа неопределенности, связанных с моделями противопожарной защиты, приведены в ИСО 16730.

7.1 Элементы анализа неопределенности

На оценку пожарного риска может повлиять отсутствие релевантных данных или недостаточность научного понимания некоторых процессов пожара. Во многих случаях анализ неопределенности может быть использован для выражения величины и значимости этих недостатков.

При оценке пожарного риска анализ неопределенности включает в себя количественную оценку неопределенности для определения частоты и последствий риска. Неопределенность можно также количественно определить для критериев сравнительной оценки риска. Труднее количественно определить ошибки, связанные с недостаточно изученными явлениями или неправильным использованием данных или методов вычислений.

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

При установлении значений неопределенности лабораторных измерений специалисты обычно полагаются на известные им данные калибровки и прецизионности лабораторного оборудования. Лучшим способом установления значения неопределенности является проведение многократных экспериментов для каждого интересующего вида измерений. Тогда распределение вероятностей экспериментальных данных может быть использовано для представления этой доли неопределенности.

Количественную оценку неопределенности эксплуатационных данных, таких как официальная статистика о пожарах, можно определить с использованием анализа изменений количественных значений от года к году или от места к месту. Каждый отдельный пожар не является единицей информации для количественной оценки числа пожаров за год, данные о количестве пожаров за год в каждой местности могут быть такой единицей информации. Если данные преобразуют в вероятности или частоты, например частоту возгораний или вероятность отсутствия пожара за установленное время, то использование изменчивости эксплуатационных данных позволяет подобрать параметры распределения вероятностей к значениям вероятности.

Количественную оценку неопределенности субъективных оценок или полученных экспериментальным путем параметров можно определить при проведении систематических оценок с большим количеством участников. В этом случае изменчивость индивидуальных оценок создает основу для количественной оценки неопределенности.

Ни один из этих методов не подходит для количественной оценки статистической погрешности 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. Можно получить субъективные оценки этих различий и определить для них количественные значения неопределенности этих субъективных оценок.

После выполнения распределения неопределенности для всех идентифицированных параметров расчета пожарного риска необходимо рассчитать воздействие различных форм неопределенности на его окончательную оценку. Поскольку начальное вычисление риска может включать расчет частот и последствий для большого количества сценариев пожара, существует возможность, что неопределенность одного сценария будет соответствовать другим рассчитанным ранее сценариям. Этот факт может сократить время вычислений. Как вариант можно использовать метод Монте-Карло или другие методы выборки для вычисления предполагаемого распределения частот и вероятностей на основе неопределенности для оценок пожарного риска.

При проведении анализа неопределенности важно исследовать основную процедуру оценки риска для всех параметров или допущений, 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 измерений, хотя она является столь малой, что может быть благополучно проигнорирована. В примере по моделированию пожара если рост пожара представлен кривой t2, то существует неопределенность, включенная не только в параметр (альфа), который является коэффициентом t2, 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.

7.2 Валидация и независимая оценка

Цель анализа неопределенности заключается в подтверждении количественной оценки пожарного риска. Как было указано выше, при выработке многих оценочных значений в условиях отсутствия баз данных наблюдений используют субъективные результаты технического анализа. По этой причине проведение независимой экспертизы может быть целесообразно, если нет возможности использовать методы количественной оценки для процедуры валидации риска. Уровень независимой экспертизы может быть разным в зависимости от обстоятельств, например от оценки, данной другим специалистом из той же компании — разработчика проекта объекта защиты, до оценки специалистами из другой компании. Ценность результатов экспертной оценки специалистами другой компании намного выше, особенно в условиях, когда расчетные эксплуатационные характеристики объекта защиты особо чувствительны к прецизионности оценок вероятности риска или когда в объекте защиты присутствуют элементы, в отношении которых имеет место недостаток или полное отсутствие производственного опыта. Это может вызвать проблемы, особенно если объект защиты отличается от традиционного объекта защиты наличием большого числа этих элементов, если проект здания является сложным и инновационным, если улучшенные эксплуатационные характеристики одного конструктивного элемента используют для обоснования снижения эксплуатационных показателей других элементов конструкции или в случае, когда максимальные последствия сценария пожара более серьезные, чем в случае типового или традиционного объекта защиты.

Отдельно от независимой оценки регулирующие органы некоторых юрисдикций требуют проведения независимой оценки третьей стороной в соответствии с подпунктом 12.3 ИСО 23932:2009.

8 Сравнительная оценка риска возникновения пожара*

После выполнения анализа неопределенности расчетного риска необходимо выполнить сравнительную оценку результирующих расчетных значений путем сопоставления определенных критериев допустимости в соответствии с рисунком 2. Сравнительная оценка риска позволяет сопоставить расчетное значение риска с предварительно определенными критериями, которые могут быть как эксплицитными, например, такими, как стандарты или целевые уровни риска, или имплицитными, например, такими, как сопоставление со значением расчетного риска альтернативной конструкции или эталонной конструкции, соответствующей действующим применимым требованиям. Дополнительные руководящие указания приведены в ИСО/ТС 16733:2006, пункты 6.3.4 и 6.3.5.

8.1 Индивидуальный и социальный риск

Критерии допустимости можно определить в контексте индивидуального или социального риска. Примером меры индивидуального риска является частота получения определенного вида ущерба за год для конкретного человека, например потери жизни в результате установленного инцидента. Примером соответствующей величины социального риска является частота получения определенного вида ущерба за год для группы людей в результате конкретно установленного инцидента. Индивидуальные и социальные риски редко бывают идентичны. Индивидуальный риск характеризует получение ущерба отдельным человеком и не имеет прямой связи с общим количеством смертельных случаев при пожаре. Ситуации, сопровождающиеся многочисленными жертвами при пожаре, обычно вызывают резкую реакцию неприятия со стороны общества и не воспринимаются как простая сумма индивидуальных рисков и отдельных жертв.

Если мерой пожарного риска является частота нежелательных последствий, например смертельных исходов, тогда индивидуальный риск будет оценкой, обычно выражаемой количеством событий за единицу времени, частотой этого нежелательного последствия для отдельного человека. Можно сказать, что мера риска зависит от наличия фактора опасности, например нахождения человека в опасном месте. Индивидуальный риск не зависит от количества пострадавших. В контексте данного раздела термин «индивидуальный» может относиться не только к физическому лицу, но и к компании, производственной площадке или зданию, или к другому отдельному объекту.

Объединение последствий, имевших место в отношении всех пострадавших сторон, также влияет на общую частоту возникновения происшествий. Здесь имеет место выравнивание суммы индивидуальных рисков всех пострадавших лиц, которую можно выразить как коэффициент, учитывающий количество пострадавших или подвергающихся риску лиц: в таком случае это будет форма, напрямую сопоставимая с мерами индивидуального риска для разных компонентов.

В социальном риске некоторые последствия, испытываемые отдельным физическим или юридическим лицом, могут «перекрываться» последствиями для других лиц. Например, ущерб вследствие перерыва в коммерческой деятельности у одной компании может привести к получению повышенной прибыли конкурентами, не пострадавшими от пожара.

8.2 Критерии допустимости риска**

Критерии допустимости риска выражают требования общества или принимающего решение лица, и по этой причине они не пригодны для международной нормализации. Однако можно выработать формат и структуру для выбора критериев допустимости риска.

Неприятие риска является одной из форм восприятия риска, которую можно учитывать на этапе сравнительной оценки пожарного риска.

8.2.1 Точка отсчета на основе предыдущих данных

Обычно первым шагом процесса выработки критериев допустимости риска на основании имеющегося опыта является использование документированных данных по ущербу для определенной категории населения в качестве точки отсчета. Например, точкой отсчета для определения расчетного

---

* *При проведении сравнительной оценки пожарного риска, с учетом особенностей объекта защиты, необходимо руководствоваться методиками определения расчетных величин пожарного риска, утвержденными МЧС России.*

** *Критерии допустимости пожарного риска организации должны включать критерии допустимости риска, установленные в ФЗ № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и соответствующих методиках МЧС.*

значения риска предполагаемого нового здания являются данные по риску аналогичных зданий, построенных и эксплуатируемых аналогичным способом за период от пяти до десяти лет их существования.

8.2.2 Установление критериев на основании базового значения

Обычно вторым этапом процесса выработки критериев допустимости риска является определение критерия как доли базового значения. Например, 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 потому, что общество допускает их возникновение, или ниже базового значения, когда делается предположение, что в новых конструкциях объектов защиты могут быть применены более новые методы снижения риска по сравнению с существующими.

Если критерий установлен на основе приемлемого риска для каждого сценария, тогда количественная оценка риска должна учитывать последствия объединенного риска всех сценариев. Например, если установленный критерий 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 прочих видов риска. Обычно устанавливают более высокие критерии допустимости для рисков, имеющих отдаленный по времени эффект. Другие характеристики риска могут также стать основанием для определения критериев допустимости риска.

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

Если определен уровень допустимого риска за год, тогда для события, повлекшего за собой более одного смертельного случая, значение приемлемой годовой частоты должно быть равно допустимому годовому риску, поделенному на количество произошедших смертельных случаев в данном событии. Однако обычно степень неприемлемости риска обществом превышает результат, получаемый по этой формуле пропорциональности. Допустимая годовая частота, отражающая степень неприемлемости риска, будет ниже значения приемлемой годовой частоты.

Эта реакция нетерпимости риска со стороны 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 данном событии. 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 принципа ALARP (минимальный практически приемлемый риск)

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

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

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

Если оценка риска попадает в область ALARP, то становится непонятно, является ли риск допустимым или нет. Эта ситуация может привести к продолжению дискуссии или к необходимости проведения более детального анализа с точки зрения технической выполнимости предложений по дальнейшему сокращению риска и соответствующих 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 и пределы безопасности представляют собой большое количество мультипликативных факторов, применяемых для измерения риска, обеспечивающих интерпретацию информации о риске для компенсации неопределенности этих измерений.

Если используют фактор безопасности, то соотношение допустимого риска и расчетного риска данного объекта защиты должно быть равно или превышать фактор безопасности. Если используют запас прочности, тогда значение допустимого риска минус расчетный риск для данного объекта защиты должно быть равно или превышать предел безопасности.

Из-за наличия неопределенности имеет место распределение вероятностей риска для объекта защиты вокруг точечной оценки риска для данного объекта защиты. Фактор безопасности или запас прочности эквивалентен выбору точки для этого распределения вероятности неопределенности. Например, если распределение неопределенности обычно имеет место вокруг точечной оценки расчетного значения риска, а значение запаса прочности в 1,64 раза превышает стандартное отклонение этого распределения неопределенности, тогда имеет место 95 %-ная вероятность того, что объект защиты, соответствующий этому запасу прочности в отношении допустимого риска, фактически будет иметь уровень риска ниже допустимого значения.

Распределение неопределенности вокруг расчетного значения риска для данного объекта защиты следует вычислять на основании результатов анализа неопределенностей, связанных с каждой переменной величиной, участвующей в вычислении риска. Эти вычисления можно интерпретировать с использованием факторов безопасности, а не запасов прочности. Более часто анализ неопределенности носит количественный характер и не обеспечивает достаточного основания для выбора между факторами безопасности и запасом прочности.

По соображениям целесообразности, выбор между фактором безопасности и запасом прочности также может быть основан на степени итогового риска.

Если риск оценивают как частоту (недопустимых событий), тогда оценку риска описывают с позиции ее порядка величины (например, количество событий на миллион лет воздействия). При очень маленьких значениях запас прочности не является удобным для использования показателем и может привести к выводу, что единственный приемлемый риск должен быть ниже нулевого уровня. Фактор безопасности является более реалистичным показателем и эквивалентен пределу безопасности применительно к логарифму расчетного значения риска.

Если риск оценивают как ожидаемое значение (например, количество смертных случаев за год или финансовый ущерб за год), тогда значения риска будут находиться в диапазоне значений, к которым правомерно применять предел безопасности.

Так как факторы безопасности и запас прочности предназначены для оценки допустимости риска при наличии неопределенности, пригодность и адекватность факторов безопасности и пределов безопасности зависит от адекватности анализа неопределенности. Нельзя допускать, что фактор безопасности или запас прочности, предназначенный только для анализа естественной изменчивости (например, изменений в скорости перемещения лиц, эвакуирующихся из здания), является адекватным показателем для анализа отсутствующих переменных величин (например, времени от момента оповещения о пожаре и до начала эвакуации).

Частный фактор безопасности представляет собой поправку по неопределенности в описании или характеристике сценария пожара. «Подход на основе концепции безопасности» является вариантом использования количественной оценки пожарного риска для идентификации короткого списка сценариев пожара для детерминированного анализа. Во-первых, количественную оценку пожарного риска используют для определения короткого списка групп пожарных сценариев и для определения представительного сценария пожара для каждой группы. Далее частные факторы безопасности применяют для определения характеристик каждого представительного сценария пожара так, чтобы оценка на основании модифицированных сценариев пожара включала в себя соответствующие неопределенности. Вследствие чего не возникает необходимости выполнять дополнительный анализ неопределенности или риска последствий итогового расчетного сценария.

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 13943:2008	—	*
* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.		

Библиография

[1] ISO/TR 13387:1999 (все части), Fire safety engineering (Технология противопожарной безопасности)

[2] ISO 16730, Fire safety engineering — Assessment, verification and validation of calculation methods (Пожарно-технический анализ. Оценка, верификация и валидация методов расчета)

[3] ISO/TS 16733:2006, Fire safety engineering — Selection of design fire scenarios and design fires (Противопожарная техника. Выбор сценария пожара и расчет характеристик)

[4] ISO/TR 16738, Fire safety engineering — Technical information on methods for evaluating behavior and movement of people (Техника пожарной безопасности. Техническая информация о методах оценивания поведения и передвижения людей)

[5] ISO 23932:2009, Fire safety engineering — General principles (Техника пожарной безопасности. Общие принципы)

[6] 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

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

[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] DALKEY N. and HELMER O. «An experimental application of the Delphi method to the use of experts», Management Science, Vol. 9, 1963, pp. 458—467

[11] WOUDENBERG F. «An evaluation of Delphi», Technological Forecasting and Social Change, Vol. 40, 1991, pp. 131—150

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

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

УДК 614.841.2:006.354

ОКС 03.100.70
13.220.01

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

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 31.07.2024. Подписано в печать 06.08.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,77.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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