МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 33433— 2015

Безопасность функциональная

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) и Закрытым акционерным обществом «ИБТранс» (ЗАО «ИБТранс»)

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 524 «Железнодорожный транспорт»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 27 августа 2015 г. № 79-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 декабря 2015 г. № 2108-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 33433—2015 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 сентября 2016 г.

5 Стандарт подготовлен на основе применения ГОСТ Р 54505—2011

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «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

© Стандартинформ, 2016

В Российской Федерации 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 Основные положения . . . 3
5 Процесс управления рисками . . . 4
6 Оценка риска . . . 5
6.1 Общие правила оценки риска . . . 5
6.2 Документирование . . . 5
6.3 Анализ риска . . . 6
6.4 Оценивание риска . . . 11
7 Обработка риска . . . 12
8 Мониторинг и пересмотр риска . . . 13
Приложение А (справочное) Примеры проведения оценки риска . . . 14
Приложение Б (обязательное) Форма журнала учета опасностей . . . 24
Приложение В (справочное) Применимость методов анализа риска на различных этапах оценки риска . . . 26
Приложение Г (справочное) Установление критериев риска в соответствии с принципами принятия риска . . . 28
Библиография . . . 33

Поправка к ГОСТ 33433—2015 Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан

(ИУС № 3 2019 г.)

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Безопасность функциональная

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Functional safety. Risk management on railway transport

Дата введения — 2016—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает подход и общие правила управления рисками на железнодорожном транспорте, связанными с функциональной безопасностью объектов инфраструктуры и подвижного состава.

Настоящий стандарт распространяется на внутренние и внешние по отношению к субъектам деятельности в сфере железнодорожного транспорта (владельцам инфраструктуры, операторам железнодорожного подвижного состава, перевозчикам и пользователям услуг железнодорожного транспорта) риски.

Настоящий стандарт предназначен для применения субъектами деятельности в сфере железнодорожного транспорта общего и необщего пользования.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий межгосударственный стандарт:

ГОСТ 31539—2012 Цикл жизненный железнодорожного подвижного состава. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 31539, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **анализ риска**: Систематическое использование информации для определения источников и количественной оценки риска.

Примечание — Анализ риска обеспечивает базу для оценивания риска, мероприятий по снижению риска и принятия риска.

3.2 **безопасность**: Отсутствие недопустимого риска.

3.3 **вероятность**: Мера того, что событие может произойти.

3.4 **владелец инфраструктуры**: Юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, имеющие инфраструктуру на праве собственности или ином праве и оказывающие услуги по ее использованию на основании договора.

Издание официальное

3.5 **внешний риск**: Комплексный риск, связанный с влиянием функционирования железнодорожного транспорта на общество (социальный риск) и окружающую среду (экологический риск).

3.6 **внутренний риск**: Комплексный риск, связанный с влиянием функционирования железнодорожного транспорта на пассажиров, работников железнодорожного транспорта, с работой объектов инфраструктуры и подвижного состава, а также с недополучением прибыли субъектами деятельности в сфере железнодорожного транспорта.

3.7 **допустимый уровень риска**: Уровень риска, который приемлем при данных обстоятельствах на основании существующих в текущий период времени ценностей в обществе.

3.8 **железнодорожный подвижной состав (подвижной состав)**: Транспортные средства, предназначенные для обеспечения железнодорожных грузовых и пассажирских перевозок и функционирования железнодорожной инфраструктуры.

Примечание — Железнодорожный подвижной состав включает в себя локомотивы, вагоны, моторвагонный подвижной состав и специальный железнодорожный подвижной состав.

3.9 **жизненный цикл**: Совокупность взаимосвязанных, последовательно осуществляемых процессов установления требований, создания, применения и утилизации объекта инфраструктуры и подвижного состава, происходящих в течение периода времени, который начинается с этапа создания концепции объекта инфраструктуры или подвижного состава и заканчивается после этапа утилизации объекта инфраструктуры или подвижного состава.

3.10 **журнал учета опасностей**: Документ, в котором регистрируются все действия по управлению функциональной безопасностью, выявленные опасности, ответственные лица, принятые и утвержденные решения или же указываются ссылки на связанные с этим процессом документы.

Примечание — Журнал учета опасностей иногда называют протоколом угроз.

3.11 **идентификация риска**: Процесс нахождения, составления перечня и описания элементов риска.

Примечания

1 Элементы риска могут включать в себя источники или опасности, события, последствия и вероятность.

2 Идентификация риска может также отражать интересы причастных сторон.

3.12 **инфраструктура железнодорожного транспорта общего пользования (инфраструктура)**: Технологический комплекс, включающий в себя железнодорожные пути общего пользования и другие сооружения, железнодорожные станции, устройства электроснабжения, сети связи, системы сигнализации, централизации и блокировки, информационные комплексы и систему управления движением и иные обеспечивающие функционирование этого комплекса здания, строения, сооружения, устройства и оборудование.

3.13 **источник риска**: Фактор, который может самостоятельно или в сочетании с другими факторами способствовать возникновению рисков.

3.14 **критерии риска**: Правила, по которым оценивают значимость риска.

Примечание — Критерии риска могут включать в себя сопутствующие стоимость и выгоды, законодательные и обязательные требования, социально-экономические и экологические аспекты, озабоченность причастных сторон, приоритеты и другие затраты на оценку.

3.15 **матрица рисков**: Инструмент, позволяющий ранжировать и отражать риски путем определения уровней частот и тяжести последствий.

3.16 **мониторинг**: Постоянная проверка, надзор, наблюдение и определение текущего состояния с целью выявления изменений по сравнению с ожидаемыми или требуемыми показателями.

3.17 **неисправность**: Состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

3.18 **обработка риска**: Процесс выбора и выполнения мероприятий для изменения риска.

Примечания

1 Термин «обработка риска» иногда используют для измерений риска.

2 К мероприятиям по обработке риска могут относиться исключение, оптимизация, передача или сохранение риска.

3 Обработка риска, направленная на устранение негативных последствий, часто называется «смягчением последствий риска» или «снижением риска».

3.19 **объект:** Любая функциональная единица, которую можно рассматривать в отдельности.

Примечания

1 Примерами объектов могут быть система, подсистема, оборудование, устройство, аппаратура, узел, деталь, элемент.

2 Объект может состоять из технических средств, программного обеспечения или их сочетания и может также в частных случаях включать людей.

3 Группу объектов можно рассматривать как самостоятельный объект.

3.20 **опасное событие**: Событие, которое может причинить вред.

3.21 **опасность**: Потенциальный источник возникновения ущерба.

Примечание — Опасность является источником риска применительно к вопросам безопасности.

3.22 **оператор железнодорожного подвижного состава**: Юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, имеющие вагоны, контейнеры на праве собственности или ином праве, участвующие на основе договора с перевозчиком в осуществлении перевозочного процесса с использованием указанных вагонов, контейнеров.

3.23 **остаточный риск**: Риск, остающийся после обработки риска.

3.24 **оценивание риска**: Процесс сравнения оцененного риска с данными критериями риска с целью определения значимости риска.

3.25 **оценка величины риска**: Процесс присвоения значений вероятности и последствий риска.

3.26 **оценка риска**: Общий процесс анализа риска и оценивания риска.

3.27 **перевозчик**: Юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, принявшие на себя по договору перевозки железнодорожным транспортом общего пользования обязанность доставить пассажира, вверенный им отправителем груз, багаж или грузобагаж из пункта отправления в пункт назначения, а также выдать груз, багаж или грузобагаж уполномоченному на его получение лицу (получателю).

3.28 **пересмотр**: Деятельность, направленная на установление соответствия, адекватности или эффективности предмета рассмотрения установленным целям.

3.29 **пользователь услугами железнодорожного транспорта**: Пассажир, грузоотправитель (отправитель), грузополучатель (получатель) либо иное физическое или юридическое лицо, пользующиеся услугами (работами), оказываемыми организациями железнодорожного транспорта и индивидуальными предпринимателями на железнодорожном транспорте.

3.30 **риск**: Сочетание вероятности события и его последствий.

Примечание — Термин «риск» обычно используется тогда, когда существует хотя бы возможность негативных последствий.

3.31 **событие**: Возникновение или изменение определенных обстоятельств.

3.32 **транспортное происшествие**: Событие, возникшее при движении железнодорожного подвижного состава и с его участием и повлекшее за собой причинение вреда жизни или здоровью граждан, вреда окружающей среде, имуществу физических или юридических лиц.

3.33 **управление рисками**: Согласованная деятельность, направленная на управление и руководство предприятием в отношении рисков.

Примечание — Обычно управление рисками включает в себя оценку риска, обработку риска, мониторинг и пересмотр риска.

3.34 **уровень риска**: Масштаб риска или совокупности рисков, который характеризуется определенным сочетанием последствий и вероятности их возникновения.

3.35 **частота**: Количество событий или их итогов на определенную единицу времени.

3.36 **этап жизненного цикла**: Часть жизненного цикла, характеризуемая ее назначением.

4 Основные положения

4.1 Управление рисками на железнодорожном транспорте способствует принятию верных решений, учитывающих неопределенность условий, возможность наступления определенных событий или обстоятельств в будущем (запланированных или нет), а также их влияние на достижение поставленных целей организации в области функциональной безопасности объектов инфраструктуры и подвижного состава.

4.2 Основной задачей управления рисками на железнодорожном транспорте является достижение и поддержание допустимого уровня риска при обеспечении функциональной безопасности объектов инфраструктуры и подвижного состава, в том числе:

- повышение надежности и функциональной безопасности технических средств, входящих в состав объектов инфраструктуры и подвижного состава;
- снижение вероятности возникновения транспортных происшествий;
- предотвращение или сокращение гибели и травматизма людей;

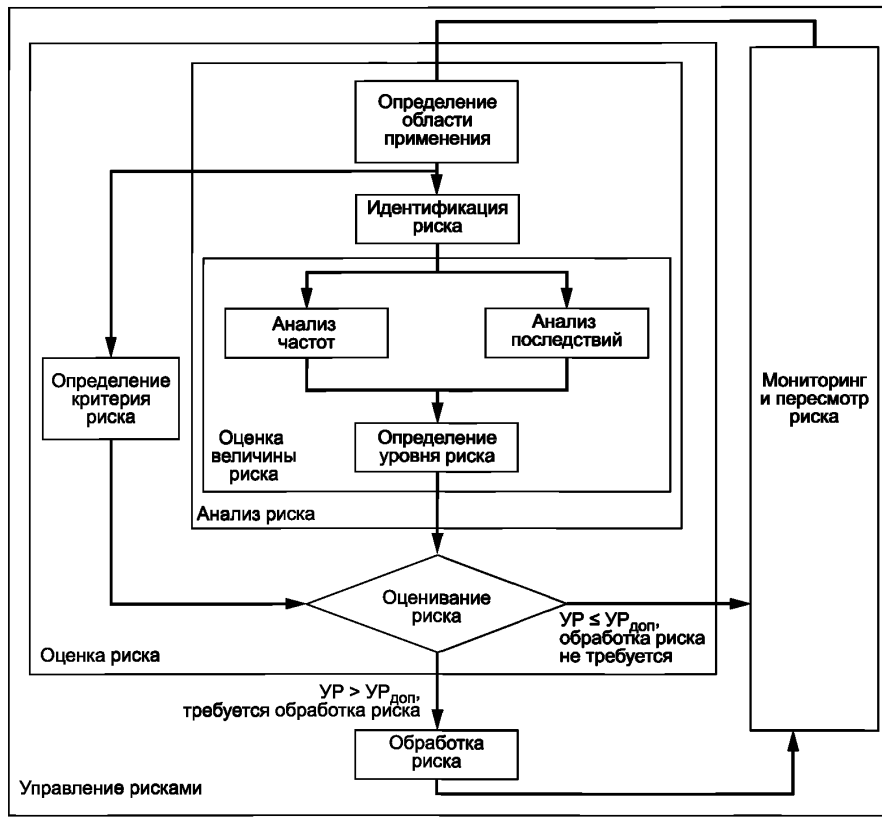
- снижение ущерба имуществу субъектов деятельности в сфере железнодорожного транспорта и других потерь;
- предотвращение неблагоприятного воздействия на окружающую среду.

4.3 Управление рисками предполагает использование логических и систематических методов:
- для обмена информацией и консультирования в рамках процесса управления рисками;
- анализа риска и обработки риска;
- мониторинга и пересмотра риска;
- составления отчетов и учета результатов.

5 Процесс управления рисками

5.1 Процесс управления рисками приведен на рисунке 1 и включает:
- определение области применения;
- определение критерия риска;
- идентификацию риска;
- анализ частот;
- анализ последствий;
- определение уровня риска;
- оценивание риска;
- обработку риска;
- мониторинг и пересмотр риска.

5.2 Процесс управления рисками может быть осуществлен на любом этапе жизненного цикла объекта инфраструктуры и подвижного состава.



УР — уровень риска; УР$_{доп}$ — допустимый уровень риска

Рисунок 1 — Процесс управления рисками

6 Оценка риска

6.1 Общие правила оценки риска

6.1.1 Целями оценки риска являются получение достоверной информации и проведение необходимого анализа для принятия обоснованных решений при оценивании риска и дальнейшем выборе оптимальных способов обработки риска.

6.1.2 Основные результаты проведения оценки риска:

- описание риска и его возможного воздействия на людей, объекты инфраструктуры и подвижного состава, окружающую среду;
- предоставление необходимой информации лицам, принимающим решения;
- выявление важных условий, способствующих возникновению риска, а также недостатков связей между разными объектами инфраструктуры и подвижного состава или составными частями одного объекта;
- сравнение с рисками, характерными для альтернативных объектов инфраструктуры и подвижного состава или технологий;
- обмен информацией о рисках и условиях неопределенности;
- содействие в расстановке приоритетов;
- содействие в предотвращении опасных событий на основании результатов изучения уже произошедших событий;
- получение информации, позволяющей оценить допустимость риска после сравнения с предварительно установленными критериями;
- выбор оптимальных способов обработки риска;
- оценка рисков при утилизации списанного оборудования.

6.1.3 Для проведения оценки риска необходимо точно определить:

- факторы деятельности и цели организации;
- допустимые уровни рисков, а также способы обработки рисков, превышающих допустимые;
- способы интеграции оценки риска в бизнес-процессы организации;
- методы оценки рисков и их роли в процессе управления рисками;
- ресурсы, доступные для осуществления оценки рисков;
- административную структуру, ответственность и полномочия персонала, осуществляющего оценку рисков;
- способы составления отчетности и пересмотра результатов оценки риска.

6.1.4 Оценку риска осуществляют в рамках организации в целом, отделов, проектов, процедур или видов рисков.

Примечание — В зависимости от выбранного масштаба применяют различные методы оценки риска.

6.1.5 Оценка риска включает в себя анализ риска и оценивание риска (см. рисунок 1). Примеры проведения оценки риска приведены в приложении А.

6.2 Документирование

6.2.1 Процесс оценки риска должен быть задокументирован вместе с результатами оценки риска.

6.2.2 Отчет об оценке риска должен быть оформлен таким образом, чтобы выполненные расчеты и сделанные выводы могли быть проверены и повторены специалистами, которые не участвовали в первоначальной оценке риска.

6.2.3 Отчет об оценке риска в общем случае должен включать:

- цели и масштаб проведения оценки риска;
- описание объекта оценки риска и его функций или оцениваемой ситуации;
- краткий обзор внешних и внутренних факторов деятельности организации, а также отношение данных условий к объекту оценки риска, оцениваемой ситуации или обстоятельствам;
- применяемые критерии риска и их обоснование;
- ограничения, допущения, предположения и обоснование гипотез;
- метод оценки рисков;
- исходные положения, ограничения и обоснование метода;
- описание идентифицированных опасностей и рисков;

- исходные данные, их источники и проверку;
- результаты анализа риска и оценку их достоверности;
- анализ факторов чувствительности и неопределенности;
- результаты оценивания риска;
- критические допущения и иные факторы, подлежащие мониторингу;
- обсуждение результатов;
- выводы и рекомендации;
- ссылки на справочные документы.

Данные, представленные в отчете об оценке риска, могут быть изменены в зависимости от целей и масштаба проведения оценки риска.

6.2.4 В отчете об оценке риска вместо отдельных разделов можно ссылаться на отчет об анализе риска или журнал учета опасностей, которые должны быть оформлены по [1][1)] и 6.2.5 соответственно.

6.2.5 Журнал учета опасностей

6.2.5.1 Журнал учета опасностей начинают вести при проведении идентификации опасностей и рисков на этапах жизненного цикла, связанных с разработкой объекта инфраструктуры и подвижного состава.

6.2.5.2 В случае, если на последующих этапах жизненного цикла объекта инфраструктуры и подвижного состава вносят изменения в состав опасностей и особенно если выявляют новые опасности, в журнал добавляют соответствующие изменения или дополнения.

6.2.5.3 Журнал учета опасностей должен содержать:

- характеристику каждой опасности и вызвавшие ее причины;
- вероятные последствия и частоты возникновения последствий для каждой опасности;
- риск, связанный с каждой опасностью;
- критерии риска;
- мероприятия по обработке (снижению) риска для каждого события до допустимого уровня или по исключению риска;
- данные о лицах, ответственных за ведение журнала учета опасностей и проведение мероприятий по обработке риска.

Форма журнала учета опасностей приведена в приложении Б.

6.3 Анализ риска

6.3.1 Общие требования к анализу риска

6.3.1.1 Основные цели анализа риска:

- выявление опасностей и опасных событий;
- рассмотрение путей реализации опасностей, ведущих к возникновению опасных событий;
- определение уровней рисков, связанных с этими опасными событиями.

6.3.1.2 Анализ риска в общем случае должен включать:

а) определение области применения анализа риска — по [1][1)];

б) идентификацию риска;

в) оценку величины риска, состоящую:

1) из анализа частот возникновения возможных причин опасности, их продолжительности и характера (далее — анализ частот);

2) анализа последствий реализации опасности, включая определение типа и характера, а также тяжести последствий (далее — анализ последствий);

3) определения уровня риска;

г) установление критериев риска;

е) документальное обоснование по 6.2;

ж) корректировку анализа риска по результатам мониторинга и пересмотра риска.

[1)] На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51901.1—2002 «Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем».

6.3.1.3 Уровни риска должны быть четко определены в качественном или количественном выражении.

Примечание — В некоторых случаях уровень риска может быть выражен только вероятностью (частотой) наступления определенных видов последствий или тяжестью последствий, а не их сочетанием.

6.3.1.4 Персонал (отдельное лицо или рабочая группа), участвующий в анализе риска, должен быть ознакомлен с методами, используемыми для анализа риска, и обладать необходимыми знаниями о рассматриваемом объекте инфраструктуры или подвижного состава.

6.3.1.5 Если имеются результаты анализа риска для аналогичного объекта инфраструктуры или подвижного состава, они могут быть использованы в качестве справочного материала. При этом необходимо доказать, что отличия рассматриваемого и аналогичного объектов не вносят существенных различий в результаты анализа риска. Выводы должны быть основаны на систематической оценке отличий и на том, каким образом они могут влиять на существующие опасности.

6.3.2 Выбор метода анализа риска

6.3.2.1 Выбор метода анализа риска осуществляют в зависимости:

а) от этапа жизненного цикла объекта инфраструктуры и подвижного состава, на котором проводят анализ риска (эксплуатация, модернизация или вывод из эксплуатации и утилизация);

б) целей и задач анализа риска.

Примечание — В случае, если предпринимается сопоставительное исследование различных вариантов конструкции объекта инфраструктуры и подвижного состава, может оказаться приемлемым использование довольно грубых моделей последствий для составных частей объекта инфраструктуры и подвижного состава, не подверженных изменениям;

в) типа анализируемого объекта инфраструктуры и подвижного состава и видов опасности;

г) глубины проведения анализа;

д) требований к людским ресурсам, степени компетентности персонала и другим необходимым ресурсам.

Примечание — Простой, хорошо разработанный метод обеспечит более достоверные результаты по сравнению с более усложненной процедурой, которая разработана недостаточно хорошо;

е) наличия и доступности информации и данных об объекте инфраструктуры и подвижного состава;

ж) потребности в корректировке результатов анализа;

и) правовых требований и требований контракта.

6.3.2.2 Применимость методов анализа риска на различных этапах оценки риска приведена в приложении В.

6.3.3 Идентификация риска

6.3.3.1 Идентификация риска включает выявление и краткое описание опасностей, опасных событий, их потенциальных последствий и вероятностей (частот) возникновения.

6.3.3.2 Исходные допущения и результаты идентификации риска должны быть документально зафиксированы и занесены в журнал учета опасностей.

6.3.3.3 Систематическая идентификация риска в общем случае состоит:

- из эмпирического этапа (использование полученного ранее опыта, например, опросных листов);
- творческого этапа (профилактическое прогнозирование, например, мозговой штурм, структурированные исследования: «что, если...»).

Примечание — Эмпирический и творческий этапы процесса идентификации риска дополняют друг друга, вследствие чего создается уверенность, что все значительные опасности выявлены.

6.3.3.4 Перед началом идентификации риска необходимо точно определить объект инфраструктуры и подвижного состава, включая установление границ объекта инфраструктуры и подвижного состава, границ его составных частей, параметров интерфейсов, функций и окружения объекта инфраструктуры и подвижного состава.

6.3.3.5 На рисунке 2 представлен иерархический подход к анализу и отслеживанию опасностей, который заключается в том, что причина возникновения опасности на уровне объекта инфраструктуры и подвижного состава в целом может быть рассмотрена в качестве опасности на уровне составной части (по отношению к границам составной части).

Примечание — Этот подход позволяет проводить идентификацию опасностей и рисков и анализ причин их возникновения неоднократно и с различной глубиной детализации.

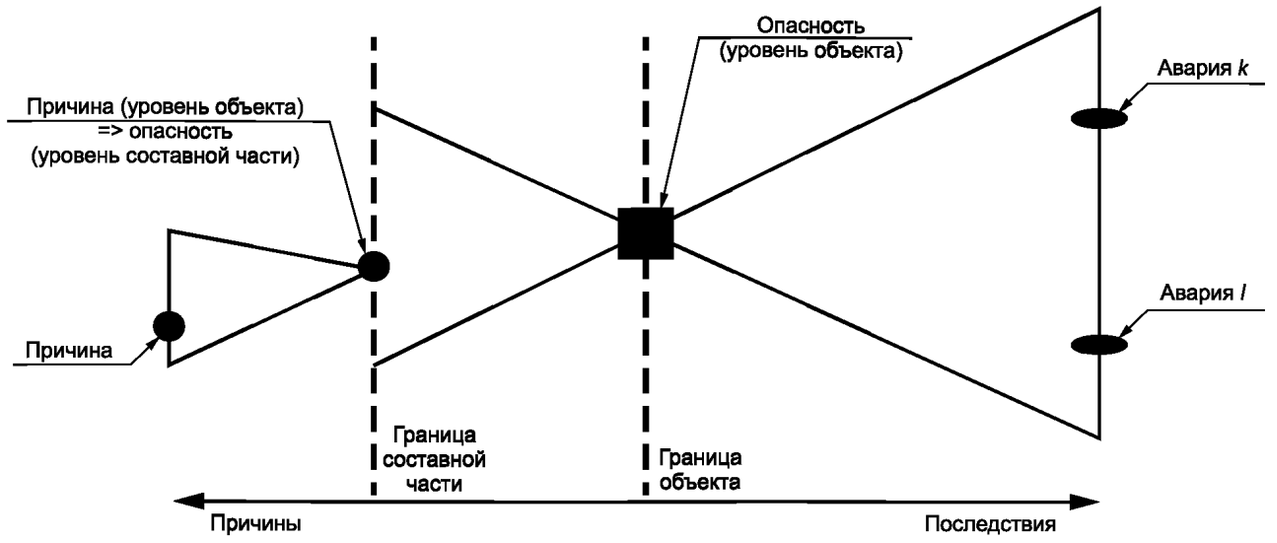


Рисунок 2 — Определение опасностей применительно к границе объекта инфраструктуры и подвижного состава

6.3.3.6 Известные опасности (возможно, имевшие место при предыдущих отказах или для аналогичных объектов инфраструктуры и подвижного состава) должны быть четко и точно определены.

6.3.3.7 Для определения наиболее существенных рисков или для исключения из анализа менее существенных и несущественных рисков проводят предварительный анализ опасности (PHA[1)]), что позволяет обеспечить оптимальное использование ресурсов на последующих этапах анализа риска.

Примечания

1 Как правило, PHA проводят на ранней стадии разработки проекта, когда мало информации по деталям конструкции и рабочим процедурам, т. е. метод дает предварительную проработку перед проведением дальнейших исследований. Как правило, опасности, обнаруженные с помощью метода PHA, анализируются в дальнейшем другими методами.

2 Необходимо учитывать, что при низком уровне тяжести последствий, но при его высоком уровне частоты возможно суммарное негативное воздействие, поэтому такие риски нецелесообразно исключать из дальнейшего анализа.

6.3.4 Анализ частот

6.3.4.1 Анализ частот используют для оценки вероятности (частоты) возникновения каждого опасного события, выявленного на стадии идентификации риска.

6.3.4.2 Для оценки частот возникновения событий применяют три основных подхода, которые могут применяться как по отдельности, так и совместно:

а) использование имеющихся статистических данных;

б) получение частот происходящих событий на основе аналитических или имитационных методов;

в) использование мнений экспертов.

Примечание — Подходы а) и б) являются взаимодополняющими и могут использоваться для взаимных проверок, что способствует повышению достоверности результатов. В тех случаях, когда данные подходы не могут использоваться либо являются недостаточными, рекомендуется использовать подход в).

6.3.4.3 Полученные оценки частот возникновения событий соотносят с заданными уровнями частот. Типовые уровни частоты (вероятности) возникновения событий и описание каждого уровня приведены в таблице 1.

Примечание — Уровни частоты возникновения событий могут быть заданы как качественно, так и количественно (в виде интервала численных значений частот). Для определения количественных границ уровней частоты возникновения опасного события могут быть использованы статистические данные о транспортных происшествиях и событиях, а также данные об отказах технических средств, допущенных за определенный период, приходящихся на единицу измерения эксплуатационной работы.

[1)] PHA (Preliminary Hazard Analysis) — индуктивный метод анализа, который включает выявление опасностей, опасных событий и проведение качественного анализа последствий опасных событий и вероятности их наступления.

Таблица 1 — Типовые уровни частот возникновения событий

Уровень частоты	Частота событий в год, f	Описание
Частое	$f > 10^{-3}$	Вероятность частого возникновения. Постоянное наличие опасности
Вероятное	$5 \cdot 10^{-4} \le f < 10^{-3}$	Неоднократное возникновение. Ожидается частое возникновение опасного события
Случайное	$10^{-4} \le f < 5 \cdot 10^{-4}$	Вероятность неоднократного возникновения. Ожидается неоднократное возникновение опасного события
Редкое	$5 \cdot 10^{-5} \le f < 10^{-4}$	Вероятность того, что событие будет иногда возникать на протяжении жизненного цикла объекта. Обоснованное ожидание возникновения опасного события
Крайне редкое	$10^{-5} \le f < 5 \cdot 10^{-5}$	Вероятность возникновения маловероятна, но возможна. Можно предположить, что опасное событие может возникнуть в исключительном случае
Маловероятное	$f \le 10^{-5}$	Вероятность возникновения крайне маловероятна. Можно предположить, что опасное событие не возникнет
Примечание — Значения частоты событий в год приведены для примера.		

6.3.4.4 Используемые уровни, их количество и характеристики определяет руководство организации в соответствии с предполагаемым применением.

6.3.5 Анализ последствий

6.3.5.1 При анализе последствий определяют характер и тип возможного воздействия на людей, имущество или окружающую среду в случае наступления события.

6.3.5.2 Анализ последствий включает:

а) выбор опасных событий по результатам предварительного анализа опасностей (PHA);

б) описание всех последствий, являющихся результатом опасных событий, в том числе:

1) последствия, которые могут проявиться через определенный период времени, если это не противоречит области применения анализа риска;

2) вторичные последствия, распространяющиеся на смежные объекты инфраструктуры или подвижного состава;

в) рассмотрение мероприятий, направленных на смягчение последствий, наряду со всеми соответствующими условиями, оказывающими влияние на последствия.

6.3.5.3 Анализ последствий может быть выполнен как в виде простого описания результатов, так и в виде детального количественного моделирования.

6.3.5.4 Последствия возникновения событий соотносят с заданными уровнями тяжести последствий. Типовые уровни тяжести последствий приведены в таблице 2. Количество используемых уровней тяжести последствий и их характеристики определяет руководство организации в соответствии с предполагаемым применением.

Примечание — В качестве количественных значений ущерба могут быть использованы статистические данные по стоимости ущерба от возникновения транспортных происшествий и событий, а также данные по величине ущерба от отказов технических средств, допущенных за определенный период.

Таблица 2 — Типовые уровни тяжести последствий

Уровень тяжести последствий	Последствия по видам риска	
	Внутренние риски	Внешние риски
Катастрофический	Гибель одного человека или более или тяжкий вред здоровью пяти человек или более, связанным с функционированием железнодорожного транспорта, или объект подвижного состава поврежден до степени исключения из инвентарного парка, или нанесен ущерб объекту инфраструктуры в размере более 5000 МРОТ	Гибель одного человека или более или тяжкий вред здоровью пяти человек или более, связанным с функционированием железнодорожного транспорта, или ущерб для окружающей среды, вызвавший ЧС федерального или межрегионального характера

Окончание таблицы 2

Уровень тяжести последствий	Последствия по видам риска	
	Внутренние риски	Внешние риски
Критический	Тяжкий вред здоровью до пяти человек, связанных с функционированием железнодорожного транспорта. Гибель одного человека или тяжкий вред здоровью одного человека или более в результате умышленных или неосторожных действий самого пострадавшего или других лиц, не связанных с функционированием железнодорожного транспорта, или повреждение объекта подвижного состава, требующее проведения капитального ремонта для восстановления его работоспособного состояния, или нанесен ущерб объекту инфраструктуры в размере от 1500 до 5000 МРОТ, или полная утрата груза	Тяжкий вред здоровью до пяти человек, связанных с функционированием железнодорожного транспорта. Гибель или тяжкий вред здоровью одного человека или более в результате умышленных или неосторожных действий самого пострадавшего или других лиц, не связанных с функционированием железнодорожного транспорта, или ущерб для окружающей среды, вызвавший ЧС регионального или межмуниципального характера
Несущественный	Вред здоровью средней тяжести, или повреждение объекта подвижного состава, требующее проведения среднего или деповского ремонта для восстановления его работоспособности, или нанесен ущерб объекту инфраструктуры в размере от 500 до 1500 МРОТ, или частичная утрата груза	Вред здоровью средней тяжести или угроза для окружающей среды, вызвавшая ЧС муниципального или локального характера
Незначительный	Легкий вред здоровью, или повреждение объекта подвижного состава, требующее проведения текущего ремонта для восстановления его работоспособного состояния, или нанесен ущерб объекту инфраструктуры в размере менее 500 МРОТ	Легкий вред здоровью или незначительная угроза для окружающей среды
Примечание — МРОТ — минимальный размер оплаты труда; ЧС — чрезвычайная ситуация		

6.3.6 Определение уровня риска

6.3.6.1 Уровень риска определяют по величине риска, рассчитываемой по формуле:

$$R = F_R\{C,\ P\} = \sum_i \left[F_{Ri}\left(C_i,\ P_i\right)\right], \quad (1)$$

где R — величина риска;

F_R — функционал, связывающий вероятность P возникновения события и математическое ожидание последствия (ущерба) C от этого события;

P — вероятность (частота) возникновения события;

C — величина последствия возникновения события;

i — вид события.

6.3.6.2 Рассчитанную величину риска R относят к одному из заданных уровней риска, для которых должны быть определены характеристики (например, интервалы значений для величины риска):

- недопустимый;
- нежелательный;
- допустимый;
- не принимаемый в расчет.

Количество используемых уровней риска и их характеристики определяет руководство организации в соответствии с рассматриваемым применением.

6.3.7 Установление критериев риска

Критерии риска должны определяться в соответствии с принципами принятия риска, используемыми организацией. Подходы к установлению критериев риска в соответствии с наиболее часто применяемыми принципами приведены в приложении Г.

Примечание — Критерии риска могут быть выражены как явно, так и неявно (подразумеваться). Явно выраженные критерии требуют оценки величины риска, в то время как для неявно выраженных (подразумеваемых)

критериев необходимо доказательство того, что новый объект инфраструктуры и подвижного состава безопасен по меньшей мере в такой же степени, как сертифицированный эталонный объект инфраструктуры и подвижного состава. В этом случае допустимые уровни рисков могут быть определены путем сравнения с параметрами эталонного объекта инфраструктуры и подвижного состава с применением статистических или аналитических методов.

6.3.8 Неопределенность и чувствительность при анализе риска

6.3.8.1 При анализе риска могут возникнуть неопределенности, связанные с исходными данными, моделями, методами анализа риска и др.

Все возможные источники неопределенности должны быть выявлены и проанализированы на предмет их влияния на результаты анализа риска.

6.3.8.2 Анализ чувствительности подразумевает определение изменений в реакции модели от изменений отдельных исходных данных. Его используют для определения:

- данных, которые должны обладать наиболее высокой точностью;
- данных, являющихся менее чувствительными и обладающих минимальным воздействием на достоверность результатов моделирования.

6.4 Оценивание риска

6.4.1 Оценивание риска включает сравнение уровней риска, полученных в результате анализа риска, и установленных критериев риска.

6.4.2 Оценивание риска может быть осуществлено с помощью матрицы рисков, которая представляет собой таблицу с сочетанием частоты возникновения события и тяжести последствий этого события и позволяет в наглядной форме проинформировать лица, принимающие решения, об уровнях рисков для рассматриваемого события.

6.4.3 Форма матрицы зависит от контекста ее применения.

6.4.4 Построение матрицы включает:

- отсчет по вертикальной оси вероятности (частоты) возникновения события, представленной в виде шкалы в соответствии с принятыми уровнями частот (см. таблицу 1);
- отсчет последствий возникновения события по горизонтальной оси, представленных в виде шкалы в соответствии с принятыми уровнями тяжести последствий (см. таблицу 2);
- нахождение уровня риска для каждой ячейки матрицы рисков.

Примечание — Уровень риска, установленный для ячеек матрицы рисков, зависит от шкал частот и тяжести последствий. При этом может предусматриваться, что дополнительный вес придается последствиям или частоте либо шкалы будут равнозначными. Уровень риска может быть связан с правилами принятия решения, в частности, со степенью внимания, уделяемого проблеме руководством организации, или с приоритетами обработки риска.

Форма матрицы рисков, в которой шкала последствий имеет четыре деления, а шкала вероятности — шесть делений, приведена в таблице 3. Пример заполнения матрицы рисков приведен в приложении А.

Таблица 3 — Форма матрицы рисков

Уровень частоты	Уровень риска			
Частое	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый	Недопустимый
Вероятное	Допустимый	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый
Случайное	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный	Недопустимый
Редкое	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный
Крайне редкое	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Допустимый
Маловероятное	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет
	Незначительный	Несущественный	Критический	Катастрофический
	Уровни тяжести последствия			

6.4.5 По результатам оценивания риска принимается решение о необходимости обработки риска или ее отсутствии, а также о приоритетности обработки риска.

Примечание — Решение по обработке риска также может быть определено этическими, юридическими, финансовыми и прочими соображениями, включая восприятие риска.

Пример принимаемых решений по результатам оценивания риска для каждого уровня риска приведен в таблице 4.

Таблица 4 — Пример принимаемых решений

Уровень риска	Решение
Недопустимый	Риск должен исключаться. Обработка риска необходима
Нежелательный	Риск должен быть снижен. Обработка риска необходима
	Риск может быть принят при согласии руководства организации в случае, когда снижение риска невыполнимо или нецелесообразно. Обработка риска сводится к устранению последствий
Допустимый	Риск принимается при соответствующем мониторинге и контроле и при согласии руководства организации. Обработка риска не требуется или сводится к устранению последствий
Не принимаемый в расчет	Риск принимается без согласия руководства организации. Обработка риска не требуется

7 Обработка риска

7.1 Обработка риска включает:
- выбор одного или нескольких вариантов мероприятий по обработке риска;
- планирование проведения мероприятий по обработке риска;
- проведение мероприятий по обработке риска.

Примечание — Обработка риска может повлечь за собой новые риски или привести к изменению уже существующих рисков.

7.2 Мероприятия по обработке риска могут быть направлены:
- на полное исключение риска;
- уменьшение частоты (вероятности) появления опасного события;
- уменьшение последствий опасного события;
- передачу или распределение риска;
- сохранение риска и разработку планов устранения последствий.

7.3 Мероприятия по обработке риска выбирают на основе анализа затрат на проведение этих мероприятий и потенциальных выгод от результатов их выполнения.

Примечание — В некоторых случаях затраты на проведение мероприятий по обработке риска могут быть непропорциональны эффекту снижения риска, но проведение этих мероприятий будет необходимым для достижения допустимого уровня риска.

7.4 В соответствии с таблицей 4 обработка риска требуется, если уровень риска является «нежелательным» или «недопустимым».

В случае попадания в зону риска «нежелательный» могут быть запланированы следующие мероприятия:
- внеочередной инструктаж персонала;
- внеочередное обучение персонала;
- проведение внепланового технического обслуживания и др.

В случае попадания в зону риска «недопустимый» могут быть запланированы следующие мероприятия:
- модернизация или внедрение новых технических средств;
- изменение технологического процесса и др.

7.5 При проведении мероприятий по обработке риска необходимо назначить ответственное лицо, которым может быть работник:

- ответственный за действия, от которых зависит возникновение риска;
- от действий которого зависит вероятность появления опасного события;
- наиболее подходящий для реагирования на появление опасного события и уменьшения его последствий.

7.6 Все действия по обработке риска должны быть фиксированы в журнале учета опасностей.

7.7 После проведения обработки риска повторно проводится процесс оценки остаточного риска и определение его допустимости в соответствии с предварительно установленными критериями с целью решения вопроса о необходимости дальнейшей обработки риска или перехода к мониторингу и пересмотру риска.

8 Мониторинг и пересмотр риска

8.1 Мониторинг и пересмотр риска должны быть запланированы в качестве одного из элементов процесса управления рисками. Мониторинг и пересмотр риска включают проведение регулярных проверок и осуществление надзора, который может носить как регулярный, так и несистематический характер.

8.2 Процессы мониторинга и пересмотра риска в организации должны включать в себя все аспекты управления рисками для того, чтобы:

- оценить эффективность проведенных мероприятий по снижению риска;
- обеспечить эффективность системы контроля как на этапах жизненного цикла, связанных с созданием объекта инфраструктуры или подвижного состава, так и на этапе его эксплуатации;
- получать дальнейшую информацию для повышения качества оценки рисков;
- анализировать события, изменения, тенденции, отказы, а также делать соответствующие выводы из результатов анализа;
- выявлять изменения во внешних и внутренних факторах, включая изменения критериев риска и самого риска, что может потребовать пересмотра программы реагирования на риски и их приоритетности;
- выявлять новые риски.

8.3 Результаты мониторинга и пересмотра подлежат регистрации и включению в отчеты организации.

8.4 Для осуществления и документирования результатов мониторинга и пересмотра риска назначают компетентного специалиста, не привлеченного к участию в анализе риска рассматриваемого объекта инфраструктуры или подвижного состава.

Приложение А
(справочное)

Примеры проведения оценки риска

А.1 Оценка риска травматизма пешеходов на одноуровневых пешеходных переходах через железнодорожные пути

В настоящем примере рассмотрен процесс оценки риска травматизма пешехода на одноуровневых пешеходных переходах третьей категории через двухпутные участки железной дороги на примере данных о двух железнодорожных станциях, находящихся на пути следования высокоскоростных поездов.

А.1.1 Анализ риска

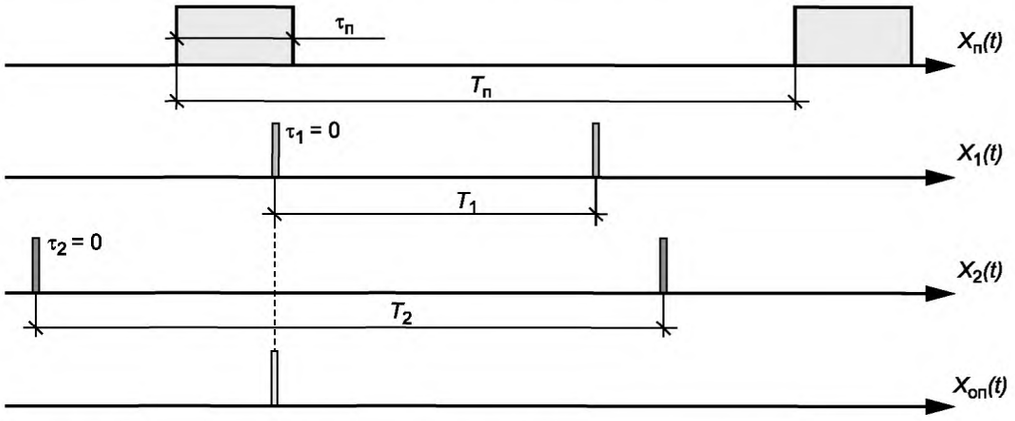
А.1.1.1 Определение области анализа риска

Целью оценки риска является помощь ответственным лицам в принятии решений о необходимости строительства двухуровневых пешеходных переходов на железнодорожных станциях на пути следования высокоскоростных поездов.

Задачей оценки риска является получение необходимой объективной информации для предотвращения или снижения травматизма пешеходов при переходе железнодорожных путей.

Описание исследуемых объектов:

- двухпутный участок железной дороги для движения высокоскоростных поездов;
- железнодорожная станция 1 с небольшим пассажиропотоком;
- железнодорожная станция 2 с большим пассажиропотоком;
- пешеходный переход третьей категории, данные об оснащенности которого представлены на рисунке А.1.



$X_п(t)$ — случайный импульсный поток, представляющий движение пешеходов по пешеходному переходу; $\tau_п$ — средняя длительность импульсов, равная среднему времени пребывания хотя бы одного пешехода на пешеходном переходе; $T_п$ — средняя длительность случайных интервалов между моментами начала двух соседних импульсов, равная среднему времени между движениями пешеходов по данному пешеходному переходу; $X_1(t)$ — случайный импульсный поток, представляющий движение поездов по одному железнодорожному пути; τ_1 — средняя длительность импульсов, равная среднему времени пересечения поездом, идущим по одному пути, пешеходного перехода; T_1 — средняя длительность случайных интервалов между моментами начала двух соседних импульсов, равная среднему времени между подходами поездов, идущих по одному пути, к данному пешеходному переходу; $X_2(t)$ — случайный импульсный поток, представляющий движение поездов по второму железнодорожному пути; τ_2 — средняя длительность импульсов, равная среднему времени пересечения поездом, идущим по второму пути, пешеходного перехода; T_2 — средняя длительность случайных интервалов между моментами начала двух соседних импульсов, равная среднему времени между подходами поездов, идущих по второму пути, к данному пешеходному переходу; $X_{оп}(t)$ — случайный поток импульсов совпадений, представляющий собой случайный поток опасных событий наезда поезда на пешехода на одноуровневом пешеходном переходе

Рисунок А.1 — Модель риска травматизма пешеходов на пешеходном переходе на двухпутном участке железной дороги

А.1.1.2 Модель риска

Опасные ситуации, как правило, возникают вследствие маловероятного совпадения нескольких факторов, каждый из которых в отдельности не вызывает опасной ситуации, но может служить источником ее появления.

Процессы появления и действия дестабилизирующих факторов могут быть представлены в виде стационарных случайных потоков взаимно не перекрывающихся во времени импульсов.

Решение задачи о совпадениях импульсов из разных потоков может быть выполнено в соответствии с моделью, приведенной на рисунке А.1. Сначала определяют среднюю частоту совпадения импульсов трех потоков (потока движения пешеходов по пешеходному переходу и потоков движения поездов по двухпутному участку железнодорожного пути), которая является средней частотой (интенсивностью) опасных ситуаций на пешеходных переходах при условии, что пешеход игнорирует все средства предупреждения о приближении поезда.

Амплитуда импульсов во всех рассматриваемых потоках $X(t)$, $X_{п}(t)$ и $X_{оп}(t)$ принята равной единице.

Длительность импульса совпадения $\tau_{ОП}$ не включена в модель, так как необходимо учитывать только факт совпадения импульсов, что соответствует факту наезда поезда на пешехода.

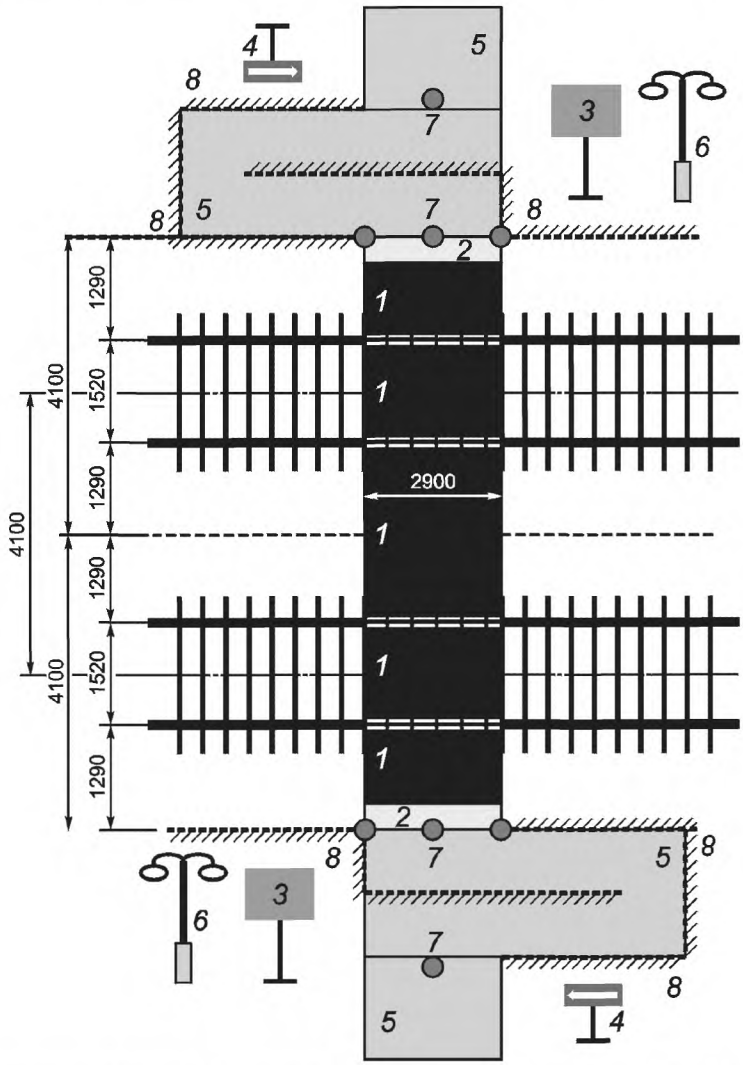
Формула расчета интенсивности наезда поезда на пешехода на двухпутном железнодорожном участке при условии, что частота следования и скорости движения поездов на обоих путях одинаковы (т. е. $T_1 = T_2 = T$, $\tau_1 = \tau_2 = \tau$), имеет следующий вид:

$$\lambda_{ОП.Н}(2) = \frac{2(\tau + 2\tau_{П})(1 - P_{П})}{T(T_{П} + \tau_{П})}, \qquad (А.1)$$

где $P_{П}$ — вероятность того, что пешеход правильно отреагирует на предупреждающие знаки, сигналы, приближение поезда.

Затем определяют интенсивность опасных ситуаций на пешеходных переходах с учетом адекватной оценки ситуации пешеходом, которая зависит от оснащенности пешеходного перехода.

Оснащенность пешеходного перехода третьей категории, рассматриваемого в примере, приведена на рисунке А.2.



1 — пешеходный настил; *2* — тактильный указатель; *3* — предупреждающий плакат; *4* — указатель места перехода через железнодорожные пути; *5* — пешеходная дорожка; *6* — осветительная установка; *7* — разделитель пассажирских потоков; *8* — ограждение

Рисунок А.2 — Оснащенность пешеходного перехода третьей категории

В рамках данного примера принимают только один вид последствий наезда железнодорожного подвижного состава на пешехода — гибель пешехода. Поэтому величина риска будет выражаться только вероятностью наезда подвижного состава на пешехода на пешеходном переходе.

Вероятность возникновения травматизма пешехода на одноуровневом переходе в течение интервала времени t:

$$Q_{\text{оп.н}}(t) = 1 - \exp\left(-\frac{2(\tau + 2\tau_{\text{П}})(1 - P_{\text{П}})}{T(T_{\text{П}} + \tau_{\text{П}})} t\right). \quad \text{(А.2)}$$

А.1.1.3 Анализ интенсивности

Анализ интенсивности проведен с использованием метода анализа риска ETA[1)], который позволяет выявить последовательность событий, приводящих к определенным последствиям (исходам), и рассчитать вероятность наступления каждого исхода.

При построении дерева событий, приведенного на рисунке А.3 в качестве примера, были учтены защитные меры, используемые на пешеходном переходе третьей категории (см. рисунок А.1). При расчетах вероятностей событий принято, что, по экспертным данным, 5 % пешеходов не оценивают опасность приближения поезда, 10 % пешеходов неверно оценивают опасность (считают, что успеют перейти перед приближающимся поездом и т. п.).

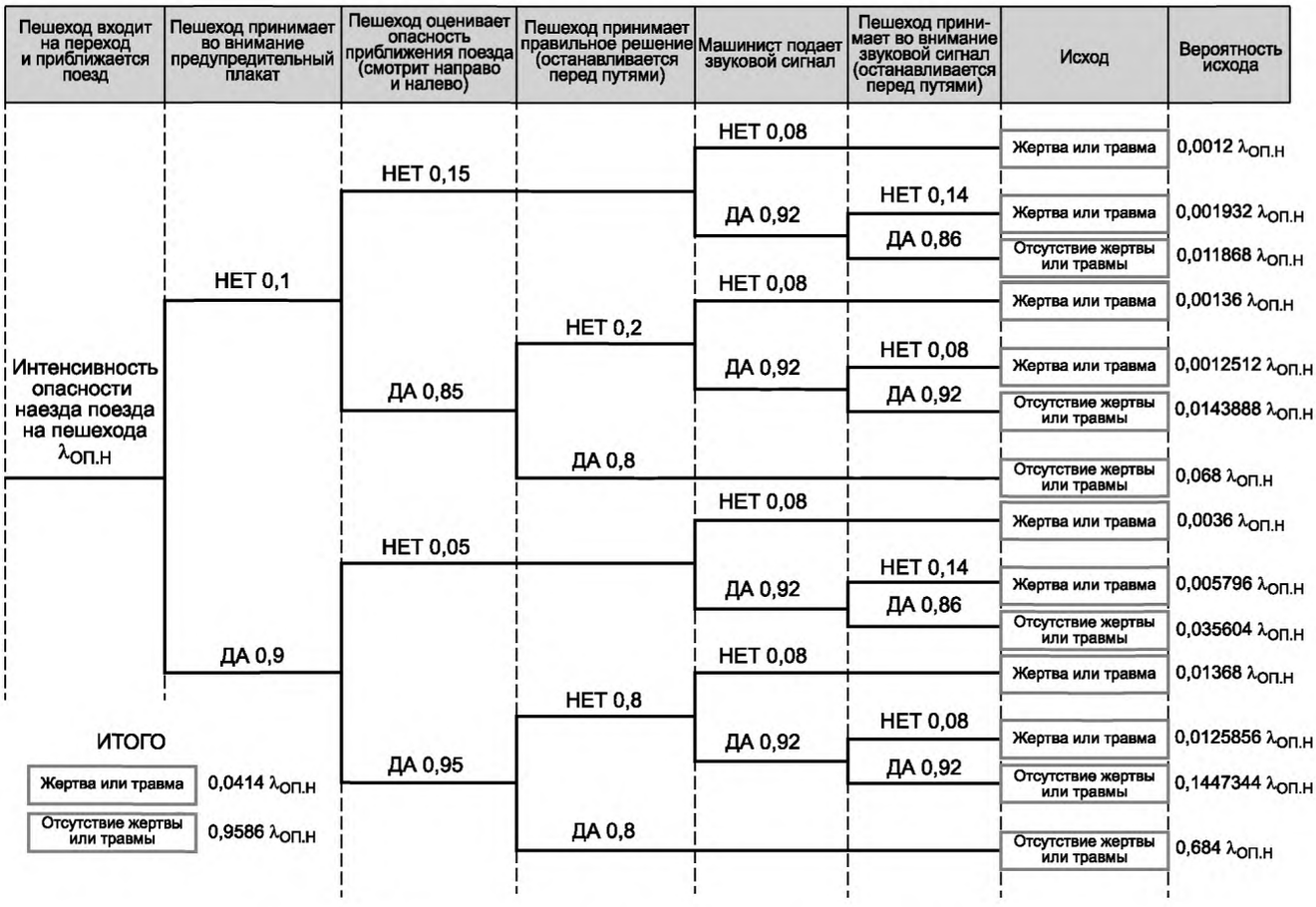


Рисунок А.3 — Пример дерева событий для оценки риска травматизма пешеходов на пешеходном переходе третьей категории

Рассматривают два типа исходов:

- жертва или травма;
- отсутствие жертвы или травмы.

Значения вероятностей исходов определяют по правилам построения дерева событий: вероятность исхода по каждой ветви равна произведению условных вероятностей по каждому узлу.

Общую вероятность наступления типа исходов рассчитывают как сумму всех вероятностей наступления каждого исхода данного типа, и общая вероятность представляет собой множитель $(1\text{-}P_{\text{П}})$ из формулы (А.1).

Исходные данные для железнодорожной станции 1 с небольшим пассажиропотоком: $T_{\text{П}}$ = 70 ч, $\tau_{\text{П}}$ = 0,003 ч, $T_1 = T_2$ = 3 ч, τ = 0,001 ч.

---

1) ETA — Event Tree Analysis; Анализ дерева событий.

Исходные данные для железнодорожной станции 2 с большим пассажиропотоком: $T_П$ = 0,127 ч, $\tau_П$ = 0,003 ч, $T_1 = T_2$ = 3 ч, τ = 0,001 ч.

Интенсивность опасности наезда поезда на пешехода на станции 1:

$$\lambda_{оп.н\ 1} = 2{,}76 \cdot 10^{-6}\ 1/ч.$$

Вероятность возникновения травматизма пешехода на одноуровневом переходе на станции 1 в течение года (8760 ч):

$$Q_{оп.н\ 1}(8760\ ч) = 2{,}39 \cdot 10^{-2}.$$

Интенсивность опасности наезда поезда на пешехода на станции 2:

$$\lambda_{оп.н\ 2} = 1{,}49 \cdot 10^{-3}\ 1/ч.$$

Вероятность возникновения травматизма пешехода на одноуровневом переходе на станции 2 в течение года (8760 ч):

$$Q_{оп.н\ 2}(8760\ ч) = 9{,}99 \cdot 10^{-1}.$$

Полученные вероятности соотносят с принятыми уровнями частот, приведенными в таблице А.1.

Таблица А.1 — Принятые уровни интенсивностей

Уровень интенсивности	Количественное значение
Частое	$\lambda \geq 10^{-1}$
Вероятное	$10^{-2} \leq \lambda < 10^{-1}$
Случайное	$10^{-3} \leq \lambda < 10^{-2}$
Редкое	$10^{-4} \leq \lambda < 10^{-3}$
Крайне редкое	$10^{-5} \leq \lambda < 10^{-4}$
Маловероятное	$\lambda < 10^{-5}$

А.1.1.4 Анализ последствий

Пусть, по имеющимся статистическим данным о травматизме пешеходов на железнодорожном транспорте за год (например, за 2010 г.), на железнодорожной станции 1 был зафиксирован один случай травматизма с получением серьезных травм, а на железнодорожной станции 2 — два случая гибели людей и три случая травматизма с получением серьезных травм.

Эти данные соотносят с одним из принятых уровней тяжести последствий, которые приведены в таблице А.2. Количественная оценка тяжести последствий принята, исходя из размеров страховых выплат, которые зависят от степени вреда здоровью.

Таблица А.2 — Принятые уровни тяжести последствий

Уровень тяжести последствий	Описание	Количественная оценка C, тыс. руб.
Бедственный	Более 5 погибших	$C > 20\ 000$
Катастрофический	От 2 до 5 погибших	$4000 < C \leq 20\ 000$
Критический	1 погибший или от 2 до 10 пострадавших с причинением тяжкого вреда здоровью	$200 < C \leq 4000$
Серьезный	1 пострадавший с причинением тяжкого вреда здоровью	$50 < C \leq 200$
Незначительный	1 и более пострадавших с причинением средней тяжести и легкого вреда здоровью	$C \leq 50$

А.1.2 Определение уровня риска и оценивание риска на основе матрицы рисков

Матрица рисков травматизма пешеходов на одноуровневых пешеходных переходах приведена на рисунке А.4. Сопоставляя результаты анализа частот и анализа последствий, определяют уровень риска в зависимости от попадания в ячейку матрицы рисков.

Как видно, уровень риска травматизма пешеходов на железнодорожной станции 1 является нежелательным, а на железнодорожной станции 2 — недопустимым.

Уровень частоты			Уровень тяжести последствий				
			1 и более пострадавших с причинением средней тяжести и легкого вреда здоровью < 50 тыс. руб.	1 пострадавший с причинением тяжкого вреда здоровью 50—200 тыс. руб.	1 погибший или от 2 до 10 пострадавших с причинением тяжкого вреда здоровью 200—4000 тыс. руб.	от 2 до 5 погибших 4000—20 000 тыс. руб.	более 5 погибших > 20 000 тыс. руб.
			Незначительный	Серьезный	Критический	Катастрофический	Бедственный
			1	2	3	4	5
$\lambda \geq 10^{-1}$	Частое	Ч	Ч1	Ч2	Ч3	Ч4 Уровень риска для железнодорожной станции 2	Ч5
$10^{-2} \leq \lambda < 10^{-1}$	Вероятное	В	В1	В2 Уровень риска для железнодорожной станции 1	В3	В4	В5
$10^{-3} \leq \lambda < 10^{-2}$	Случайное	С	С1	С2	С3	С4	С5
$10^{-4} \leq \lambda < 10^{-3}$	Редкое	Р	Р1	Р2	Р3	Р4	Р5
$10^{-5} \leq \lambda < 10^{-4}$	Крайне редкое	К	К1	К2	К3	К4	К5
$\lambda < 10^{-5}$	Малове-роятное	М	М1	М2	М3	М4	М5

Рисунок А.4 — Матрица рисков травматизма пешеходов на одноуровневых пешеходных переходах

Рекомендации по снижению риска для каждого уровня риска приведены в таблице А.3.

Таблица А.3 — Рекомендации по снижению риска для каждого уровня риска

Уровень риска	Обозначение ячейки матрицы риска	Описание
I Недопустимый	Ч3, Ч4, Ч5, В4, В5, С5	Немедленно должны быть предприняты краткосрочные действия по снижению риска. Соответствующие меры по контролю риска должны быть осуществлены, чтобы уменьшить или устранить риск. Должны быть разработаны среднесрочные/долгосрочные планы по снижению риска. Должны проводиться мониторинг и анализ планов снижения риска с целью повышения эффективности. Рекомендации: необходимо строительство двухуровневого пешеходного перехода
II Нежелательный	Ч1, Ч2, В2, В3, С3, С4, Р4, Р5, К5	Краткосрочные действия по уменьшению риска должны быть предприняты сразу же, как только это практически возможно. Соответствующие меры по управлению рисками должны быть осуществлены, если необходимо, риск должен быть уменьшен. Должны быть разработаны среднесрочные/долгосрочные планы по уменьшению риска, и их следует периодически оценивать на предмет эффективности. Рекомендации: необходимо переоборудование существующего пешеходного перехода на пешеходный переход более высокой категории
III Допустимый	В1, С1, С2, Р2, Р3, К3, К4, М4, М5	Для уменьшения риска могут быть предприняты соответствующие действия. Должны быть разработаны среднесрочные/долгосрочные планы по уменьшению или устранению риска, и их следует периодически оцениваться на предмет эффективности. Рекомендации: допускается рассмотреть возможность переоборудования существующего пешеходного перехода на пешеходный переход более высокой категории
IV Не принимаемый в расчет	Р1, К1, К2, М1, М2, М3	Риск можно считать приемлемым; никакие дополнительные действие управления рисками не требуются. Соответствующие меры управления риском могут быть осуществлены для дальнейшего уменьшения или устранения риска. Риск должен отслеживаться в журнале учета опасностей. Рекомендации: нет существенной необходимости в переоборудовании существующего перехода

А.1.3 Выводы

В соответствии с проведенной оценкой риска на железнодорожной станции 1 необходимо повысить категорию пешеходного перехода, оснастив его сигнализацией, а на железнодорожной станции 2 — построить двухуровневый пешеходный переход.

А.2 Оценка риска ущерба путевому хозяйству от изломов боковых рам тележек вагонов

В данном примере рассмотрен процесс оценки риска ущерба путевому хозяйству в результате изломов боковых рам тележек вагонов на основе данных о возмещении ущерба от излома боковых рам в 2010 г. по путевому хозяйству.

А.2.1 Анализ риска

А.2.1.1 Определение области анализа риска

Целью оценки риска является помощь ответственным лицам в решении о необходимости принятия организационных или технических мер, направленных на предотвращение или снижение ущерба (диагностика состояния боковых рам, совершенствование конструкции рамы для предотвращения изломов и т. д.).

Задачей оценки риска является получение объективной информации, необходимой для предотвращения или снижения ущерба путевому хозяйству от изломов боковых рам тележек вагонов.

Исследуемые объекты:

- путь;
- путевое хозяйство;
- вагоны.

Данные об ущербе путевому хозяйству от изломов боковых рам тележек вагонов представлены в таблице А.4.

Таблица А.4 — Данные об ущербе путевому хозяйству от изломов боковых рам тележек вагонов по сети железных дорог в 2010 г.

Номер случая	Размер ущерба, тыс. руб.
1	58,56
2	1623,12
3	209,28
4	869,15
5	628,75
6	4459,78
7	1063,38
8	104,48
9	2680,11
10	314,63
11	975,70
12	135,39
13	80,00
14	1800,00
15	5573,62
16	1596,35
17	810,00
18	6238,05
19	356,00
20	2134,07

А.2.1.2 Модель риска

Согласно имеющимся данным, будем рассматривать риск ущерба на основе двух составляющих:

- средней частоты появления опасного случая (излома боковой рамы), 1/год:

$$f = \frac{N}{T}, \tag{А.3}$$

где N — число опасных случаев за интервал T;

T — рассматриваемый интервал времени;

- средней величины ущерба от возникновения данного опасного случая, тыс. руб:

$$\overline{C} = \frac{\sum_{i=1}^{N} C_i}{N}, \tag{А.4}$$

где C_i — величина ущерба вследствие возникновения события i (i = 1,...,N), тыс. руб.

Пользуясь формулой (1) по 6.3.6.1, оценка величины риска может быть выполнена в простейшем случае в виде произведения частоты возникновения события и соответствующей величины ущерба:

$$R = F_R\{C,\ P\} = f \cdot \overline{C}. \tag{А.5}$$

А.2.1.3 Анализ частот

Пользуясь данными таблицы А.4 и формулой (А.3), находят среднюю частоту возникновения излома боковой рамы тележки вагона:

$$f = \frac{20}{1} = 20 \quad 1/\text{год}.$$

Полученный результат сопоставляют с принятыми уровнями частот, пример которых для данного опасного случая представлен в таблице А.5.

Таблица А.5 — Принятые уровни частот

Уровень частоты	Количественное значение f, 1/год
Частое	$f \geq 100$
Вероятное	$40 \leq f < 100$
Случайное	$15 \leq f < 40$
Редкое	$6 \leq f < 15$
Крайне редкое	$2 \leq f < 6$
Маловероятное	$f < 2$

Согласно принятым уровням частот рассматриваемое событие является «случайным».

А.2.1.4 Анализ последствий

По данным таблицы А.4 с использованием формулы (А.4) определяют средний размер ущерба на один излом боковой рамы:

$$\overline{C} = (58{,}56 + 1623{,}12 + 209{,}28 + 869{,}15 + 628{,}75 + 4459{,}78 + 1063{,}38 + \\ + 104{,}48 + 2680{,}11 + 314{,}63 + 975{,}70 + 135{,}39 + 80{,}00 + 1800{,}00 + 5573{,}62 + \\ + 1596{,}35 + 810{,}00 + 6238{,}05 + 356{,}00 + 2134{,}07)/20 = 1585{,}5 \text{ тыс. руб.}$$

Эти данные соотносим с одним из принятых уровней тяжести последствий, пример которых для рассматриваемого события приведен в таблице А.6. Количественную оценку тяжести последствий принимают, исходя из размеров страховых выплат, которые зависят от степени ущерба.

Таблица А.6 — Принятые уровни тяжести последствий

Уровень тяжести последствий	Величина ущерба C, тыс. руб.
Катастрофический	$C \geq 2500$
Критический	$1200 < C \leq 2500$
Серьезный	$500 < C \leq 1200$
Незначительный	$C \leq 500$

В соответствии с принятыми уровнями тяжести последствий ущерб от рассматриваемого события является критическим.

А.2.2 Определение уровня риска и оценивание риска на основе матрицы рисков

Матрица рисков ущерба путевому хозяйству от изломов боковых рам тележек вагонов показана на рисунке А.5. Уровень риска определяют путем сопоставления результата анализа частот и анализа последствий для рассматриваемого события. Наглядно уровень риска представлен ячейкой матрицы рисков, находящейся на пересечении уровня частот и уровня тяжести последствий рассматриваемого события. Расшифровка условных обозначений матрицы риска, а также рекомендации по снижению риска для каждого уровня риска приведены в таблице А.7.

Как следует из рисунка А.5 и таблицы А.7, уровень риска ущерба путевому хозяйству от излома боковых рам является нежелательным, и необходимо выполнение мероприятий по его снижению.

Уровень частоты			Уровень тяжести последствий			
			C < 500 тыс. руб.	500 ≤ *C* < 1200 тыс. руб.	1200 ≤ *C* < 2500 тыс. руб.	*C* ≥ 2500 тыс. руб.
			Незначительный	Серьезный	Критический	Катастрофический
			1	2	3	4
f ≥ 100 1/год	Частое	Ч	Ч1	Ч2	Ч3	Ч4
40 ≤ *f* < 100 1/год	Вероятное	В	В1	В2	В3	В4
15 ≤ *f* < 40 1/год	Случайное	С	С1	С2	С3 Уровень рисков ущерба путевому хозяйству	С4
6 ≤ *f* < 15 1/год	Редкое	Р	Р1	Р2	Р3	Р4
2 ≤ *f* < 6 1/год	Крайне редкое	К	К1	К2	К3	К4
f < 2 1/год	Маловероятное	М	М1	М2	М3	М4

Рисунок А.5 — Матрица рисков ущерба путевому хозяйству от изломов боковых рам

Таблица А.7 — Рекомендации по снижению риска для каждого уровня риска

Уровень риска	Обозначения ячейки матрицы риска	Описание
I Недопустимый	Ч3, Ч4, В4, В5, С5	Немедленно должны быть предприняты краткосрочные действия по снижению риска. Соответствующие меры по контролю риска должны быть осуществлены, чтобы уменьшить или устранить риск. Должны быть разработаны среднесрочные/долгосрочные планы по снижению риска. Должны быть проведены мониторинг и анализ планов снижения риска с целью повышения эффективности. Рекомендации: необходимо совершенствование технологического процесса производства боковых рам
II Нежелательный	Ч1, Ч2, В2, В3, С3, С4, Р4	Краткосрочные действия по уменьшению риска должны быть предприняты сразу же, как только это практически возможно. Соответствующие меры по управлению рисками должны быть осуществлены, если необходимо, риск должен быть уменьшен. Должны быть разработаны среднесрочные/долгосрочные планы по уменьшению риска, и их следует периодически оценивать на предмет эффективности. Рекомендации: необходимо использование средств диагностики для своевременного контроля возможности излома
III Допустимый	В1, С1, С2, Р2, Р3, К3, К4, М4	Для уменьшения риска могут быть предприняты соответствующие действия. Должны быть разработаны среднесрочные/долгосрочные планы по уменьшению или устранению риска, и их следует периодически оценивать на предмет эффективности. Рекомендации: допускается рассмотреть возможность использования средств диагностики для своевременного контроля возможности излома
IV Не принимаемый в расчет	Р1, К1, К2, М1, М2, М3	Риск можно считать приемлемым; никакие дополнительные действия по управлению рисками не требуются. Соответствующие меры по управлению рисками могут быть осуществлены для дальнейшего уменьшения или устранения риска. Риск должен отслеживаться в журнале регистрации последствий опасности. Рекомендации: нет существенной необходимости в принятии мер по снижению риска

Приложение Б
(обязательное)

Форма журнала учета опасностей

Форма журнала учета опасностей и пример ее заполнения приведены в таблице Б.1.
Приоритет опасности может быть высоким, средним и низким.

Таблица Б.1 — Форма журнала учета опасностей

<table>
<tr><td>№/шифр опасности</td><td colspan="8">Описание/наименование опасности: Остродефектный рельс с поперечным изломом</td></tr>
<tr><td rowspan="15">000001</td><td colspan="3">Дата заполнения: 12.10.2010</td><td colspan="5">Ответственный за заполнение: (должность, ФИО) специалист дорожного центра диагностики Иванов А.А.</td></tr>
<tr><td colspan="8">Причина опасности: Износ рельса</td></tr>
<tr><td colspan="8">Опасное событие: Сход поезда</td></tr>
<tr><td colspan="8">Местонахождение опасности: Северная ж.д., дистанция пути ПЧ-12, км 701, пикет 2</td></tr>
<tr><td colspan="8">Вид опасности: Механический</td></tr>
<tr><td colspan="8">Приоритет опасности: Высокий</td></tr>
<tr><td colspan="3">Существующий риск</td><td rowspan="2">Мероприятия по обработке риска</td><td rowspan="2">Ответственный</td><td rowspan="2">Статус</td><td rowspan="2">Срок исполнения</td><td rowspan="2">Пояснения</td></tr>
<tr><td>Уровень частоты</td><td>Уровень тяжести последствий</td><td>Уровень риска</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Редкое</td><td rowspan="3">Критический</td><td rowspan="3">Нежелательный</td><td>Краткосрочные: закрытие движения по участку пути</td><td>Диспетчер участка № 9 Мантурово — Свеча</td><td>Закрытый</td><td>12.10.2010</td><td></td></tr>
<tr><td>Среднесрочные: замена остродефектного рельса</td><td>Дистанция пути</td><td>Закрытый</td><td>12.10.2010</td><td>Время замены не более 3 часов после обнаружения</td></tr>
<tr><td>Долгосрочные: текущее содержание пути</td><td>Дистанция пути</td><td>Открытый</td><td>12.11.2012</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Остаточный риск</td><td rowspan="2">Мероприятия по дальнейшей обработке риска</td><td rowspan="2">Ответственный</td><td rowspan="2">Статус</td><td rowspan="2">Срок исполнения</td><td rowspan="2">Пояснения</td></tr>
<tr><td>Уровень частоты</td><td>Уровень тяжести последствий</td><td>Уровень риска</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Маловероятное</td><td rowspan="3">Критический</td><td rowspan="3">Не принимаемый в расчет</td><td>Краткосрочные:</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>Среднесрочные:</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>Долгосрочные:</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
</table>

Приложение В
(справочное)

Применимость методов анализа риска на различных этапах оценки риска

Применимость методов анализа риска на различных этапах оценки риска приведена в таблице В.1.

Таблица В.1

Метод	Процесс оценки рисков				
	Идентификация риска	Оценка величины риска			Оценивание риска
		Анализ последствий	Анализ частот	Уровень риска	
1. Наиболее часто применяемые методы					
Анализ дерева событий (ETA)	П	ШП	П	П	НП
Анализ дерева неисправностей[1] (FTA)	П	НП	ШП	П	П
Причинно-следственный анализ	П	ШП	ШП	П	П
Анализ видов и последствий отказов (FMEA), а также анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA)[2]	ШП	ШП	ШП	ШП	ШП
Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)[3]	ШП	ШП	П	П	П
Анализ надежности персонала	ШП	ШП	ШП	ШП	П
Предварительный анализ опасностей (PHA)	ШП	НП	НП	НП	НП
Анализ структурной схемы надежности[4]	ШП	ШП	ШП	ШП	ШП
2. Дополнительные методы					
«Мозговой штурм»	ШП	НП	НП	НП	НП
Метод Делфи	ШП	НП	НП	НП	НП
Структурированная методика «что, если» (SWIFT)	ШП	ШП	ШП	ШП	ШП
Сценарный анализ	ШП	ШП	П	П	П
Анализ причин	ШП	ШП	НП	НП	НП

[1] Анализ дерева неисправностей — по [2]. (На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 27.302—2009 «Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей»).

[2] Анализ видов и последствий отказов — по [3]. (На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51901.12—2007 (МЭК 60812:2006) «Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов»).

[3] Исследование опасности и работоспособности — по [4]. (На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51901.11—2005 (МЭК 61882:2001) «Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство»).

[4] Структурная схема надежности — по [5]. (На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51901.14—2007 (МЭК 61078:2006) «Менеджмент риска. Структурная схема надежности и булевы методы»).

Окончание таблицы В.1

Метод	Процесс оценки рисков				
	Идентификация риска	Оценка величины риска			Оценивание риска
		Анализ последствий	Анализ частот	Уровень риска	
Анализ «дерева решений»	НП	ШП	ШП	П	П
Анализ скрытых процессов	П	НП	НП	НП	НП
Анализ марковских цепей[1)]	П	ШП	НП	НП	НП
Моделирование по методу Монте-Карло	НП	НП	НП	НП	ШП
Индексы опасностей (риска)	П	ШП	ШП	П	ШП
Примечание — Для каждого этапа процесса оценки рисков возможен один из трех типов применения методов: ШП — «широко применяется», П — «применяется» или НП — «не применяется».					

[1)] Применение марковских методов — по [6]. (На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51901.15—2005 (МЭК 61165:1995) «Менеджмент риска. Применение марковских методов»).

Приложение Г
(справочное)

Установление критериев риска в соответствии с принципами принятия риска

Введение

Цель определения допустимого уровня риска для конкретного опасного события состоит в том, чтобы сформулировать разумные критерии для частоты (или вероятности) возникновения опасного события и его последствий, которые в дальнейшем могут быть использованы при оценивании риска.

При определении допустимого уровня риска для конкретного применения учитывают:

- руководящие указания органов власти, осуществляющих регулирование в области безопасности;
- обсуждения и соглашения между различными сторонами, участвующими в конкретной области применения;
- промышленные стандарты и руководства;
- международные обсуждения и соглашения;
- лучшие независимые промышленные, экспертные и научные рекомендации консультативных органов;
- законодательные требования как общие, так и те, которые непосредственно относятся к конкретной области применения.

Допустимые уровни риска, определяемые в соответствии с применяемыми принципами принятия риска, утверждаются руководством организации.

В настоящем приложении рассмотрены подходы к заданию допустимых уровней рисков в соответствии с наиболее часто используемыми принципами ALARP, MEM и GAMAB.

Г.1 Принцип ALARP

Г.1.1 Принцип ALARP (As Low As Reasonably Practicable; Риск настолько низок, насколько это достижимо на практике) может быть представлен диаграммой, приведенной на рисунке Г.1.

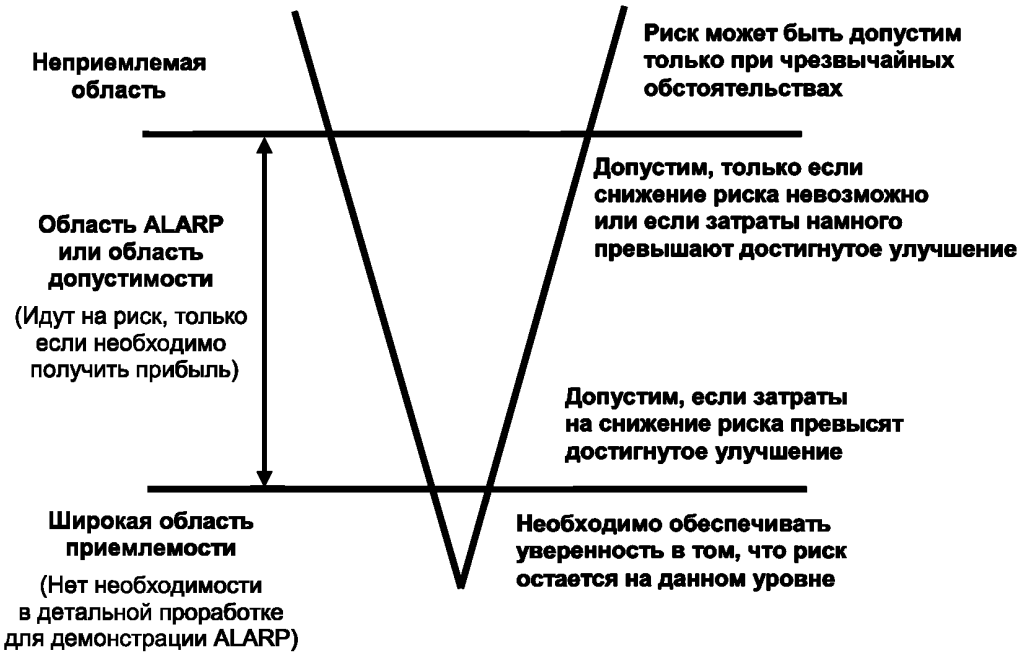


Рисунок Г.1 — Диаграмма ALARP

Г.1.2 Некоторые риски настолько велики, а последствия настолько неприемлемы, что они недопустимы и не могут быть ни в коем случае оправданы. Верхняя граница определяет уровни риска, которые являются недопустимыми. Если уровень риска не может быть опущен ниже этой границы, тогда риск должен быть исключен.

Г.1.3 Нижняя граница диаграммы устанавливает широкую область применения, в которой уровень риска считается настолько низким, что все усилия по его еще большему снижению, скорее всего, не будут оправданы.

Г.1.4 Зона между верхней и нижней границами называется областью ALARP. Следует подчеркнуть, что недостаточно определить, что какой-либо вид риска расположен в области ALARP. Его следует сделать настолько низким, насколько это достижимо на практике. Существуют различные способы демонстрации ALARP. В ряде случаев достаточно указать, что использованы самые лучшие из имеющихся современных стандартов и практических наработок. В случае новых видов деятельности или когда адекватность современных стандартов и практических наработок находится под сомнением, применяют концепцию анализа затрат и выгод.

Г.1.5 Демонстрация использования принципа ALARP при рассмотрении рисков приведена на рисунке Г.2. Краткие комментарии к процессу приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1 — Пояснения к процессу использования принципа ALARP

Блок	Пояснение
Уровень риска в неприемлемой области?	Если уровень риска, полученный по результатам количественного анализа риска, находится выше верхней границы допустимости, то проведение мероприятий по снижению риска является необходимым
Уровень риска в широкой области приемлемости?	Если уровень риска ниже нижней границы допустимости*, то проведение мероприятий по снижению риска не требуется
Определить возможные мероприятия по снижению риска	Необходимо определить все возможные варианты мероприятий по снижению риска. Важно при выявлении мероприятий использовать опыт и знания оперативного персонала
Качественно оценить мероприятия по снижению риска	Прежде всего следует качественно оценить мероприятия по снижению риска с целью определения влияния на безопасность людей (персонала), технических средств (активов) и окружающей среды, основанного: - на соответствии нормативным требованиям, руководящим указаниям, стандартам, принятой практике; - на качественной оценке потенциального снижения риска
Принять решение о проведении каждого из мероприятий по снижению риска	По результатам качественной оценки мероприятий иногда становится очевидно, какие из них предпочтительнее для проведения
Выполнить технико-экономический анализ для мероприятий по снижению риска, которые не сразу реализованы	Для тех мероприятий, которые не были отобраны для проведения по результатам качественной оценки, необходимо провести анализ затрат и выгод
Затраты пропорциональны выгоде?	Если для рассматриваемого мероприятия по снижению риска диспропорция между затратами и выгодой не превышает заданного значения, то его следует провести. Результаты анализа затрат и выгод часто зависят от того, как оценивают последствия опасного события (например, ценность человеческой жизни или предотвращенной смертности)
Проводить мероприятия по снижению риска в соответствии с качественными показателями	Предполагается, что иногда мероприятия по снижению риска следует провести, несмотря на то что затраты непропорциональны выгоде
* Верхняя граница допустимости почти всегда определена, а нижняя граница индивидуальна для каждого мероприятия по снижению риска в зависимости от того, когда затраты на проведение мероприятия становятся непропорциональны эффекту от снижения риска.	

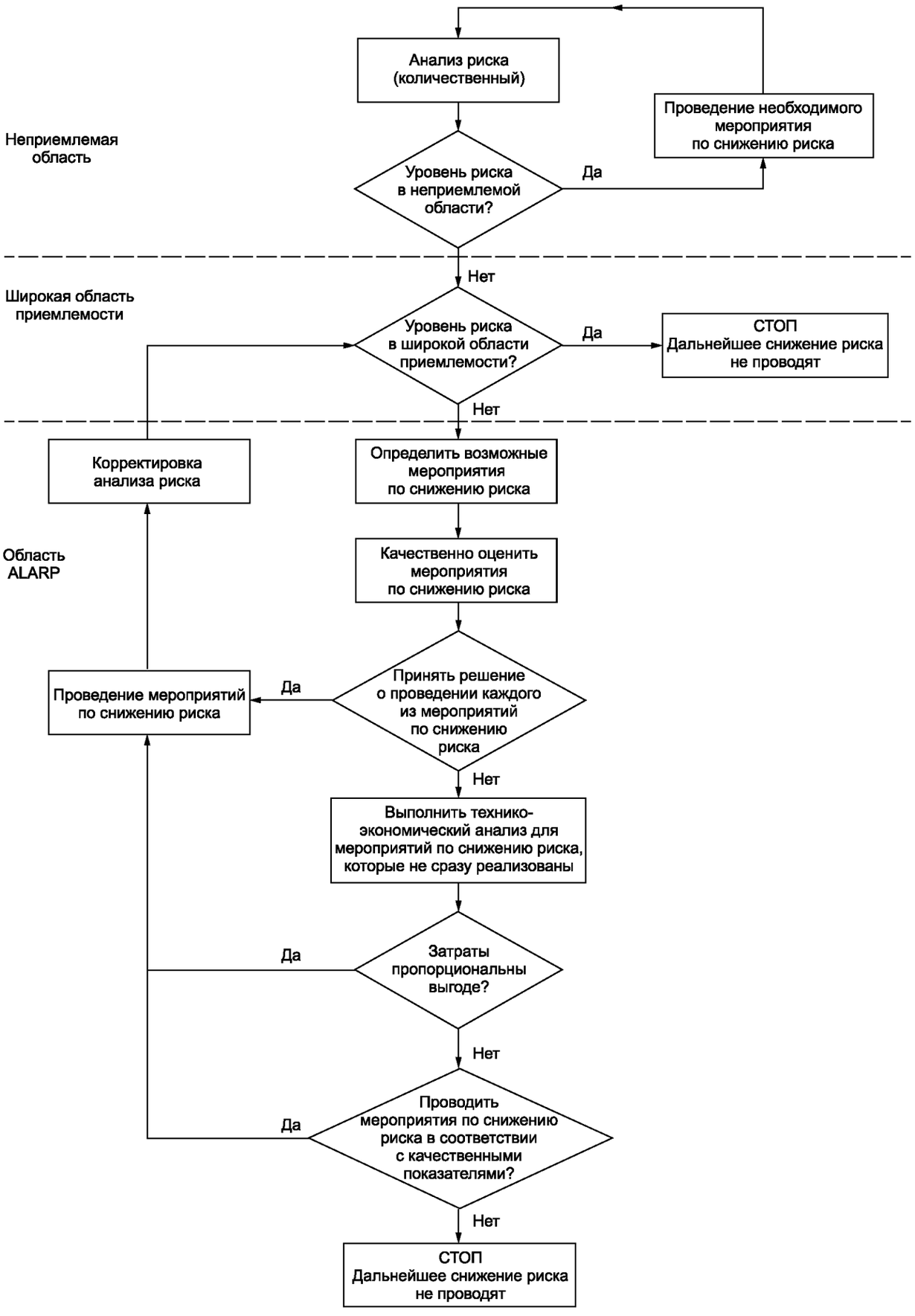


Рисунок Г.2 — Демонстрация использования принципа ALARP

Г.1.6 Установление уровня риска предполагает наличие затрат на проведение мероприятий по достижению этого уровня риска для стороны организации, несущей ответственность за риск.

Допустимый уровень риска в соответствии с принципом ALARP это такой уровень риска, для которого затраты на его достижение являются экономически эффективными, т. е.:

$$З(УР_{доп}) \le З_{огр},\ ЧПС > 0,$$

где: $З(УР_{доп})$ — затраты на достижение допустимого риска;

$З_{огр}$ — ограничивающий фактор; в качестве наиболее общего ограничивающего фактора принят максимальный размер затрат, которые готова понести организация при возникновении данного вида риска;

ЧПС — чистая приведенная стоимость; показатель эффективности.

Примечание — Если ограничивающих факторов несколько, то среди них выбирают один, исходя из условия, что ограничение по нему в процессе достижения уровня риска наступает раньше других. Далее рассматривают один ограничивающий фактор.

Г.1.7 ЧПС является разностью между дисконтированной выгодой от достижения более низкого уровня риска и затратами на проведение мероприятий по достижению этого уровня риска за период рассмотрения. Положительная ЧПС указывает на то, что затраты оправданы по данной учетной ставке. ЧПС определяется следующей формулой:

$$ЧПС_j = \sum_{i}^{n-1} \frac{В_{ij} - З_{ij}}{(1+r)^i}, \qquad (Г.1)$$

где $В_{ij}$ — выгоды от достижения более низкого уровня риска после j-го мероприятия по достижению уровня риска, полученные за год i;

$З_{ij}$ — затраты на проведение j-го мероприятия по достижению уровня риска, понесенные за год i;

i — анализируемый год;

r — учетная ставка.

Г.1.8 Затраты на проведение мероприятий по достижению заданного уровня риска могут состоять:

- из текущих затрат (операционные издержки, затраты на проведение технического обслуживания и т. д.);
- из инвестиций (капитальных затрат).

Г.1.9 Выгода от достижения более низкого уровня риска представляет собой положительный эффект от снижения величины ущерба (последствий) и частоты его возникновения и может быть оценена по обобщенной формуле:

$$B_{ij} = \sum_{k=1}^{K} \left[f_{ik}^{исх} \cdot C_{ik}^{исх} - f_{ik}^{МСР} \cdot C_{ik}^{МСР} \right], \qquad (Г.2)$$

где $f_{ik}^{исх}$ — частота возникновения опасности за год i для k-го сценария развития опасности для исходного уровня риска;

$C_{ik}^{исх}$ — потенциальный размер последствий для k-го сценария развития опасности за год i для исходного уровня риска;

$f_{ik}^{МСР}$ — частота возникновения опасности за год i для k-го сценария развития опасности для уровня риска, полученного после проведения j-го мероприятия по достижению (снижению) уровня риска;

$C_{ik}^{МСР}$ — потенциальный размер последствий для k-го сценария развития опасности за год i для уровня риска, полученного после проведения j-го мероприятия по достижению (снижению) уровня риска;

K — количество сценариев развития опасности (например, общее число конечных событий в дереве событий);

i — анализируемый год.

Г.1.10 Уровень риска, при котором ЧПС = 0, представляет собой нижнюю границу допустимости для принципа ALARP, т. к. дальнейшие затраты по его еще большему снижению не будут оправданы.

Для того чтобы определить верхнюю границу допустимости для принципа ALARP, необходимо определить допустимый уровень риска, как можно более близкий к оптимальному по критерию ЧПС → max и удовлетворяющий ограничениям по Г.1.6.

Г.2 Принцип MEM

Г.2.1 Принцип MEM (Minimum Endogenous Mortality; минимальная эндогенная смертность) заключается в следующем: «Угроза, связанная с новой системой, не должна повышать цифру минимальной эндогенной смертности для индивидуума».

Г.2.2 Эндогенная смертность — это риск R, учитывающий влияние технологических факторов на смертность в группе населения определенного возраста за год. Минимальная эндогенная смертность R_m — самая низкая величина смертности для возрастной группы от 5 до 15 лет, в развитых странах принятое значение $R_m = 2 \cdot 10^{-4}$ смертельных исходов/человек · год.

Г.2.3 При определении допустимого уровня риска по принципу MEM используют следующее правило: опасность от новой транспортной системы не должна существенно повышать число R_m.

Г.2.4 На практике могут быть использованы следующие значения R_m:

$R_1 \le 10^{-5}$ смертельных исходов/человек · год;

$R_2 \le 10^{-4}$ тяжелых ранений/человек · год;

$R_3 \le 10^{-3}$ легких ранений/человек · год.

Примечание — Для систем, которые могут привести к большому количеству смертельных исходов, введено понятие «дифференциальная неприемлемость риска» (DRA), которое характеризует уменьшения тангенса угла наклона кривой, приведенной на рисунке Г.3.

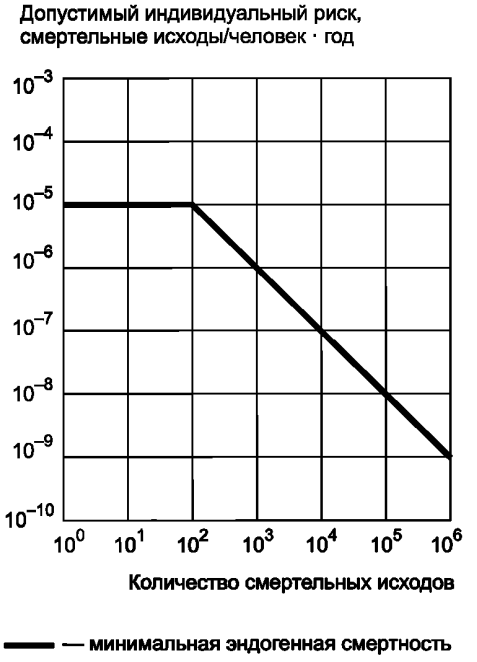


Рисунок Г.3 — Кривая минимальной эндогенной смертности

Г.3 Принцип GAMAB

Г.3.1 Полная формулировка принципа GAMAB (Globalement Au Moins Aussi Bon; в целом по крайней мере такой же): «Все новые управляемые транспортные системы должны в целом иметь степень риска по крайней мере такую же, что и равнозначная существующая система».

Г.3.2 В данной формулировке принимается во внимание то, что было достигнуто, и подразумевается необходимость совершенствования проектируемой системы через требование «по крайней мере». В ней не рассмотрен определенный вид риска, на что указывают слова «в целом». Поставщики объектов инфраструктуры и подвижного состава свободны в выборе между различными видами риска, свойственными объекту инфраструктуры и подвижного состава, и применяют соответствующий подход, т. е. качественный или количественный.

Библиография

[1] МЭК 60300-3-9:1995 [IEC 60300-3-9(1995)][1] Управление общей надежностью. Часть 3. Руководство по применению. Раздел 9. Анализ риска технологических систем (Dependability management — Part 3: Application guide — Section 9: Risk analysis of technological systems)

[2] МЭК 61025:2006 [IEC 61025(2006)][2] Анализ диагностического дерева неисправностей [Fault tree analysis (FTA)]

[3] МЭК 60812:2006 [IEC 60812(2006)][3] Техника анализа надежности систем. Метод анализа вида и последствий отказа (Analysis techniques for system reliability — Procedure for failure mode and effects analysis [FMEA)]

[4] МЭК 61882:2001 [IEC 61882(2001)][4] Исследования опасности и работоспособности (HAZOP). Руководство по применению [Hazard and operability studies (HAZOP studies). Application guide]

[5] МЭК 61078:2006 [IEC 61078(2006)][5] Методы анализа общей надежности. Метод блок-схемы и булев метод (Analysis techniques for dependability — Reliability block diagram and boolean methods)

[6] МЭК 61165:2006 [IEC 61165(2006)][6] Применение методики Маркова для анализа общей надежности (Application of Markov techniques)

---

[1] На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51901.1—2002 «Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем».

[2] На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 27.302—2009 «Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей».

[3] На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51901.12—2007 (МЭК 60812:2006) «Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов».

[4] На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51901.11—2005 (МЭК 61882:2001) «Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство».

[5] На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51901.14—2007 (МЭК 61078:2006) «Менеджмент риска. Структурная схема надежности и булевы методы».

[6] На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51901.15—2005 (МЭК 61165:1995) «Менеджмент риска. Применение марковских методов».

УДК 62-783:614:006.354 МКС 03.220.30

Ключевые слова: риск, безопасность, управление, оценка, анализ, частота, последствия

Редактор *В.А. Сиволапов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 09.11.2015. Подписано в печать 25.02.2016. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 3,60. Тираж 33 экз. Зак. 586.

Набрано в ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Издано и отпечатано во
ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru