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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 33433— 2025

Безопасность функциональная

ТЕХНИКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ

Управление рисками на стадиях жизненного цикла

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»)

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

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 29 декабря 2025 г. № 192-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	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 марта 2026 г. № 242-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 33433—2025 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2026 г.

5 ВЗАМЕН ГОСТ 33433—2015

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026

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 2
4 Общие положения 4
5 Определение области применения и критериев при управлении рисками 6
5.1 Область применения 6
5.2 Критерий риска и допустимый уровень риска 7
6 Оценка риска 8
6.1 Общие правила оценки риска 8
6.2 Идентификация рисков 8
6.3 Анализ риска 8
6.4 Сравнительная оценка риска 11
7 Обработка риска 13
8 Мониторинг и пересмотр при управлении рисками 14
9 Обмен информацией и консультирование при управлении рисками 15
10 Документирование и отчетность при управлении рисками 16
Приложение А (справочное) Установление критериев риска в соответствии с принципами принятия риска 18
Приложение Б (справочное) Примеры уровней частоты (вероятности) и последствий 20
Приложение В (справочное) Примеры оценки риска 24
Библиография 35

Введение

Настоящий стандарт отражает современный практический опыт, накопленный в области применения управления рисками при обеспечении безопасности железнодорожной техники. Настоящий стандарт носит общий характер и применим для различных типов технических систем, относящихся к железнодорожной технике, а также процессам, связанным с ее эксплуатацией. Для конкретных типов технических систем, продукции или процессов могут существовать отдельные стандарты, которые устанавливают методологии оценки риска для определенных областей применения или видов рисков. Если требования этих стандартов являются более жесткими, чем требования настоящего стандарта, то их применение является предпочтительным.

Настоящий стандарт основан на концепциях, установленных в международных стандартах [1], [2] и европейских стандартах [3], [4].

Риск-ориентированный подход широко применяется для управления безопасностью. Однако положения настоящего стандарта также применимы к рискам, связанным с управлением надежностью железнодорожной техники на стадиях жизненного цикла.

Для железнодорожной техники, имеющей в составе аппаратно-программные средства, как правило, применяют комплексный подход к обеспечению функциональной и информационной безопасности, поэтому при управлении рисками следует учитывать особую группу рисков, связанных с угрозами безопасности информации. Особенности методологии оценки рисков в области информационной безопасности приведены в международном стандарте [5][1)].

Риск, как правило, представляет собой комбинацию двух[2)] элементов:

- частота (вероятность) опасного (нежелательного) события;
- тяжесть вреда (последствия) от такого опасного (нежелательного) события.

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005—2010 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности».

[2)] Данная комбинация элементов при необходимости может быть дополнена (например, вероятностью обнаружения отказов и неисправностей).

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

ТЕХНИКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ

Управление рисками на стадиях жизненного цикла

Functional safety. Railway technique. Risk management at life cycle stages

Дата введения — 2026—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на железнодорожную технику и устанавливает подход и общие правила управления рисками, связанными с безопасностью, на стадиях жизненного цикла.

Настоящий стандарт предназначен для применения:

- разработчиками, изготовителями (уполномоченными изготовителями лицами) железнодорожной техники на стадиях жизненного цикла, связанных с разработкой и изготовлением, в том числе при процедурах подтверждения соответствия продукции для железнодорожного транспорта в случаях разработки обоснования безопасности по ГОСТ 34008;
- потребителями железнодорожной техники и другими субъектами деятельности в сфере железнодорожного транспорта на стадиях жизненного цикла, связанных с эксплуатацией, при управлении рисками в области безопасности железнодорожной техники.

Настоящий стандарт также может быть применен:

- продавцами (импортерами) железнодорожной техники, органами инспекции (экспертами, экспертными организациями)[1)], органами по сертификации и испытательными лабораториями (центрами) при процедурах подтверждения соответствия продукции для железнодорожного транспорта в случаях разработки и экспертизы обоснования безопасности по ГОСТ 34008;
- уполномоченными органами государства, принявшего стандарт, осуществляющими контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 31538 Цикл жизненный железнодорожного подвижного состава. Общие требования

ГОСТ 33358 Безопасность функциональная. Системы управления и обеспечения безопасности движения поездов. Термины и определения

ГОСТ 33432—2015 Безопасность функциональная. Политика, программа обеспечения безопасности. Доказательство безопасности объектов железнодорожного транспорта

ГОСТ 34008—2016 Железнодорожная техника. Правила подготовки обоснования безопасности

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандарти-

[1)] Если участие в процедурах подтверждения соответствия продукции органов инспекции (экспертов, экспертных организаций) предусмотрено национальным законодательством в области технического регулирования государства, принявшего стандарт.

Издание официальное

зации, метрологии и сертификации (gost.e-ecolog.ru по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ 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 33358, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **анализ риска:** Процесс изучения сути и содержания риска и определения уровня риска.

Примечание — Термин приведен в соответствии с [6][1)].

3.2 **вид риска:** Разновидность риска, классифицируемая по определенным критериям.

Примечание — Риск может быть классифицирован по роду опасного (нежелательного) события, сферам проявления, возможности прогнозирования, источникам (факторам) возникновения, характеру проявления во времени и другим критериям.

3.3

вред: Физическая травма или ущерб, нанесенный лицам, имуществу и живым животным.
[ГОСТ IEC 60050-903—2017, статья 903-01-01]

Примечание — Вред является одной из форм последствий[2)].

3.4 **допустимый уровень риска:** Уровень риска, связанный с применением железнодорожной техники, определяемый исходя из технических и экономических возможностей производства и эксплуатации и соответствующий уровню безопасности, который должен обеспечиваться на всех стадиях ее жизненного цикла.

Примечание — Допустимый уровень риска устанавливают на основе критериев риска.

3.5

железнодорожная техника: Техническое средство или совокупность технических средств, предназначенные для осуществления процесса движения железнодорожных поездов или напрямую влияющие на него.

Примечание — Железнодорожная техника включает в себя следующую продукцию:

- железнодорожный подвижной состав с конструкционной скоростью до 200 км/ч включительно и его составные части, выпускаемые в обращение для использования на железнодорожных путях общего и необщего пользования;
- высокоскоростной железнодорожный подвижной состав с конструкционной скоростью более 200 км/ч и его составные части, выпускаемые в обращение для использования на железнодорожных путях общего пользования;
- составные части подсистем и элементы составных частей подсистем инфраструктуры железнодорожного транспорта общего и необщего пользования, предназначенной для движения железнодорожного подвижного состава со скоростью до 200 км/ч включительно;
- составные части подсистем и элементы составных частей подсистем инфраструктуры высокоскоростного железнодорожного транспорта общего пользования, предназначенной для движения высокоскоростного железнодорожного подвижного состава со скоростью более 200 км/ч.

[ГОСТ 34008—2016, пункт 3.1.1]

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 31073—2024 «Менеджмент риска. Словарь».

[2)] Термин «последствие» имеет более широкое значение, под которым понимается любой результат опасного (нежелательного) события.

3.6

жизненный цикл (железнодорожной техники): Совокупность взаимосвязанных, последовательно осуществляемых процессов установления требований, создания, применения и утилизации железнодорожной техники, происходящих в течение периода времени, который начинается со стадии создания концепции железнодорожной техники и заканчивается после стадии ее утилизации.

[ГОСТ 34008—2016, статья 3.1.2]

3.7 **идентификация риска:** Процесс выявления, определения и описания рисков.

Примечания

1 Идентификация риска включает в себя выявление источников риска, событий, их причин и их возможных последствий.

2 Идентификация риска может также учитывать анализ исторических данных, теоретический анализ, информированные и экспертные суждения, а также потребности заинтересованных сторон.

3 Термин приведен в соответствии с [6][1)].

3.8 **критерий риска:** Условия и факторы, относительно которых оценивается существенность риска.

Примечания

1 Критерии риска основаны на установленных целях организации, а также на внешней среде и внутренней среде.

2 Критерии риска могут быть сформированы на основе стандартов, законов, политик и иных требований.

3 Термин приведен в соответствии с [6][1)].

3.9 **матрица рисков:** Инструмент ранжирования и представления рисков путем определения диапазонов последствий и вероятности.

Примечание — Матрицу рисков также называют картой рисков.

3.10 **мониторинг:** Постоянная (непрерывная) проверка, надзор, критическая оценка или определение статуса с целью выявления отклонений от запланированного или требуемого уровня эффективности работы.

Примечания

1 Мониторингу могут быть подвергнуты область применения управления рисками, процесс управления рисками, риск и мероприятия по обработке риска. Мониторингу могут быть подвергнуты инфраструктура менеджмента риска, процесс менеджмента риска, риск и мероприятия по управлению риском.

2 Термин приведен в соответствии с [6][1)].

3.11 **неопределенность:** Состояние полного или частичного отсутствия информации, необходимой для понимания или знания.

Примечания

1 В некоторых случаях неопределенность может быть связана с особенностями организации, а также с ее целями.

2 Неопределенность является первопричиной риска, а именно: «отсутствие информации» любого рода, которое значимо в отношении целей (а цели, в свою очередь, связаны с потребностями и ожидаемыми результатами всех соответствующих заинтересованных сторон).

3 Термин приведен в соответствии с [6][1)].

3.12 **обработка риска:** Процесс выбора и выполнения мероприятий для сохранения или изменения риска.

Примечания

1 Обработка риска может включать исключение, снижение, передачу или сохранение риска.

2 Обработка риска может также быть названа «воздействием на риск».

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 31073—2024 «Менеджмент риска. Словарь».

3.13

опасное событие: Событие, способное причинить вред.

Примечание 1 — Опасное событие может быть кратковременным или продолжительным.

[ГОСТ IEC 60050-903—2017, статья 903-01-04]

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

Примечания

1 Остаточный риск может включать невыявленный риск.

2 Остаточный риск может также быть назван «сохраняемым риском».

3.15 **оценка риска:** Общий процесс, охватывающий идентификацию риска, анализ риска и сравнительную оценку риска.

3.16 **сравнительная оценка риска:** Процесс сравнения результатов анализа с критериями риска для определения приемлемости риска.

Примечания

1 Сравнительная оценка риска может быть использована при принятии решения об обработке риска.

2 Сравнение результатов анализа с критериями риска подразумевает сопоставление оцененного риска с соответствующим ему допустимым уровнем риска.

3 Термин приведен в соответствии с [1][1)].

3.17 **риск:** Сочетание вероятности события причинения вреда и тяжести этого вреда.

3.18 **управление рисками (железнодорожной техники):** Скоординированные действия по руководству, контролю и управлению процессами жизненного цикла железнодорожной техники с учетом рисков.

Примечание — Управление рисками может также быть названо терминами «риск-менеджмент» или «менеджмент риска».

3.19 **уровень риска:** Размер риска или комбинации рисков, характеризуемый сочетанием последствий и частоты (вероятности).

Примечания

1 Термин приведен в соответствии с [6][2)].

2 Уровень риска может быть выражен:

- качественной характеристикой (рангом);
- балльной оценкой;
- одним числовым значением (в случае точечной оценки);
- интервалом числовых значений (в случае интервальной оценки).

3 В некоторых случаях уровень риска может характеризоваться только частотой (вероятностью) или только уровнем тяжести последствий.

3.20 **уровень тяжести последствий:** Качественная характеристика (ранг), балльная или количественная оценка размера последствий опасного (нежелательного) события.

3.21 **уровень частоты (вероятности):** Качественная характеристика (ранг), балльная или количественная оценка частоты (вероятности) возникновения опасного (нежелательного) события.

4 Общие положения

4.1 Управление рисками на стадиях жизненного цикла железнодорожной техники способствует принятию обоснованных решений, учитывающих неопределенность условий, возможность наступления определенных событий или обстоятельств в будущем (запланированных или нет), а также их влияние на достижение поставленных целей в области безопасности железнодорожной техники.

4.2 Основной задачей управления рисками железнодорожной техники является поддержание присущих ей рисков на уровне не выше допустимого, включая:

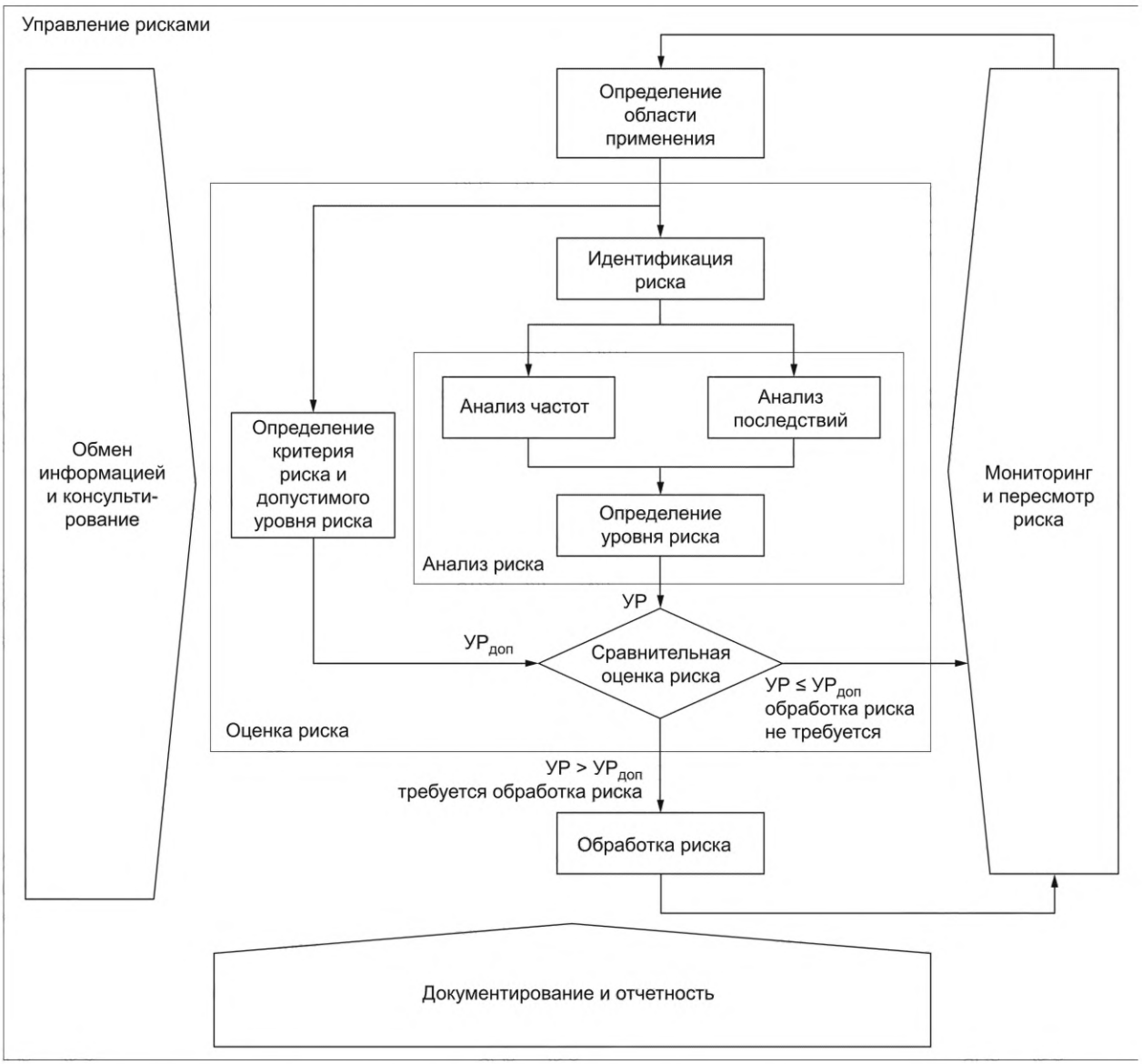
- обеспечение и повышение безопасности железнодорожной техники и входящих в ее состав технических средств;

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 31000—2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство».

[2)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 31073—2024 «Менеджмент риска. Словарь».

- снижение частоты (вероятности) возникновения транспортных происшествий и нарушений безопасности движения поездов;
- предотвращение или сокращение гибели, травматизма и нанесения вреда здоровью людей;
- снижение ущерба имуществу субъектов деятельности в сфере железнодорожного транспорта и других потерь;
- предотвращение неблагоприятного воздействия от железнодорожной техники на окружающую среду.

4.3 Общий процесс управления рисками приведен на рисунке 1 и включает:
- определение области применения;
- определение критерия риска и допустимого уровня риска;
- оценку риска [в том числе идентификацию (выявление) рисков, анализ риска и сравнительную оценку риска];
- обработку риска;
- мониторинг и пересмотр риска;
- обмен информацией и консультирование;
- документирование и отчетность.



Примечание — УР — уровень риска; $УР_{доп}$ — допустимый уровень риска.

Рисунок 1 — Общий процесс управления рисками

На рисунке 1 четырехугольные блоки обозначают основные этапы и процедуры процесса управления рисками, а пятиугольные блоки — сквозные процедуры, используемые на всех этапах процесса управления рисками.

4.4 Управление рисками должно выполняться регулярно и может осуществляться на любой стадии жизненного цикла железнодорожной техники.

Примечание — В зависимости от вида железнодорожной техники модели жизненного цикла, количество и наименования входящих в них стадий могут быть разными. Но для любой модели жизненного цикла укрупненно можно выделить стадии (группы стадий), связанные:

- с разработкой;
- производством;
- эксплуатацией.

Описание стадий жизненного цикла железнодорожной техники приведено в ГОСТ 31538 (для железнодорожного подвижного состава), ГОСТ 33432—2015 (приложение А) и [3] (для объектов железнодорожного транспорта, железнодорожных систем).

4.5 Если железнодорожная техника влияет на безопасность перевозок или железнодорожного транспорта в целом, то проведение оценки риска для нее на начальных стадиях жизненного цикла является обязательным.

Основной задачей управления рисками железнодорожной техники на начальных стадиях жизненного цикла, связанных с разработкой, является установление таких требований к ней, в том числе требований безопасности, и принятие различных защитных мер, чтобы впоследствии железнодорожная техника получилась безопасной. Также оценка риска может проводиться для подтверждения того, что выбранная концепция и технические решения железнодорожной техники позволяют обеспечить требуемый уровень безопасности.

На стадии(ях) жизненного цикла, связанной(ых) с производством, управление рисками может быть сосредоточено как на технических, так и на организационных аспектах обеспечения выполнения требований безопасности, заложенных проектом, а также других требований, влияющих на риски.

На стадии(ях) жизненного цикла, связанной(ых) с эксплуатацией, управление рисками осуществляется с учетом обеспечения выполнения требований безопасности, заложенных проектом, требований к безопасной эксплуатации железнодорожной техники, а также других требований, влияющих на риски.

Организации, осуществляющие управление рисками на любой стадии жизненного цикла, могут запрашивать и использовать исходные данные от разработчиков, изготовителей, поставщиков, потребителей, владельцев инфраструктуры, необходимые для выполнения оценки риска.

4.6 Персонал организации, участвующий в управлении рисками, должен:

- знать основные стандарты и нормативные документы, устанавливающие подходы и методологию управления рисками;
- знать и уметь применять методы оценки риска;
- обладать знаниями о рассматриваемой железнодорожной технике;
- иметь опыт работы в области разработки, изготовления или эксплуатации рассматриваемой железнодорожной техники или эксплуатации железнодорожного транспорта в целом.

Компетенции персонала подтверждают и поддерживают согласно правилам, принятым в данной организации, с учетом требований национального законодательства государства, принявшего стандарт.

5 Определение области применения и критериев при управлении рисками

5.1 Область применения

5.1.1 Так как процесс управления рисками может выполняться на разных стадиях жизненного цикла, разными организациями — участниками жизненного цикла, а также в целях принятия решений на разных уровнях управления (например, стратегическом, операционном, проектном или др.), то необходимо четко понять и сформулировать рассматриваемую область применения для управления рисками в конкретном случае.

5.1.2 При определении области применения управления рисками следует учитывать следующие факторы:

- цели управления рисками и решения, которые необходимо принять по его результатам;

- ожидаемые результаты от шагов, предпринимаемых в рамках процесса управления рисками;
- время, местоположение, определенные допущения и исключения;
- соответствующие инструменты и методы оценки рисков;
- требуемые ресурсы, обязанности и документирование результатов;
- взаимосвязь с другими проектами, процессами и действиями.

5.2 Критерий риска и допустимый уровень риска

5.2.1 Критерий риска позволяет определить допустимый уровень риска для конкретного опасного (нежелательного) события, в том числе в виде отдельных критериев для частоты (вероятности) возникновения опасного (нежелательного) события и его последствий, которые в дальнейшем могут быть использованы при сравнительной оценке риска.

5.2.2 При определении допустимого уровня риска для конкретного применения учитывают критерий риска, который может быть установлен:

- в межгосударственных или национальных нормативных правовых актах;
- руководящих указаниях органов власти, осуществляющих регулирование в области безопасности железнодорожного транспорта;
- соглашениях между различными сторонами, участвующими в процессах жизненного цикла железнодорожной техники;
- документах по стандартизации и других нормативных документах;
- международных соглашениях;
- промышленных, экспертных и научных рекомендациях консультативных органов (лучшие практики), в том числе в результатах проведенных научных исследований.

5.2.3 Допустимые уровни риска, определяемые на основе применяемых критериев риска, утверждает руководство организации, осуществляющей управление рисками железнодорожной техники на определенной стадии ее жизненного цикла.

На стадиях жизненного цикла, связанных с разработкой и изготовлением, в зависимости от модели разработки и постановки на производство и по соглашению организаций — участников жизненного цикла (разработчик, изготовитель, заказчик) допустимые уровни рисков должны быть согласованы между этими организациями.

5.2.4 Для определения существенности (приемлемости) риска в рамках критериев риска используют принципы принятия риска, характерные для той или иной области применения (вида деятельности, вида безопасности, стадии жизненного цикла и т. п.). Информация о наиболее часто применяемых принципах принятия риска приведена в приложении А, но допускается применение других принципов и критериев риска, приведенных в [2][1)].

Примечание — В отдельных случаях приемлемость риска может быть определена путем сравнения с параметрами эталонной аналогичной продукции[2)].

5.2.5 Критерии риска должны позволять определять приемлемость риска и устанавливать допустимый уровень риска с учетом метода оценки, выбранного для применения к конкретному виду риска (см. 6.3.2).

5.2.6 Критерии риска, допустимые уровни риска и принципы принятия риска и должны быть отражены:

- в отчете об оценке риска в соответствии с разделом 10 (как в виде самостоятельного документа, так и в виде составной части технического или другого документа на железнодорожную технику).

Пример — Отчет об оценке риска является составной частью обоснования безопасности железнодорожной техники по ГОСТ 34008—2016 (подраздел 5.2);

- политике обеспечения безопасности железнодорожной техники по ГОСТ 33432—2015 (раздел 5) (в случае ее разработки).

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 31010—2021 «Надежность в технике. Методы оценки риска».

[2)] Под аналогичной продукцией понимается изделие (образец) одного вида с рассматриваемым изделием (образцом), имеющее идентичные технические характеристики и наиболее близкое по конструкции и технологии изготовления.

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 по результатам сравнительной оценки риска и дальнейшему выбору оптимальных способов обработки риска.

6.1.2 Основными результатами проведения оценки риска могут быть:

- описание риска и его возможного воздействия на людей, грузы, объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта и железнодорожного подвижного состава, окружающую среду;
- достоверная и обоснованная информация для лиц, принимающих решения о разработке, производстве и применении железнодорожной техники;
- выявление важных условий, способствующих опасным (нежелательным) событиям, а также недостатков связей между разными объектами инфраструктуры железнодорожного транспорта и железнодорожным подвижным составом или составными частями одного объекта;
- сравнение с рисками, характерными для альтернативных вариантов железнодорожной техники или технологий;
- обмен информацией о рисках и условиях неопределенности;
- содействие в расстановке приоритетов;
- содействие в предотвращении опасных (нежелательных) событий на основании результатов изучения уже происшедших событий;
- информация, позволяющая оценить допустимость риска по установленным критериям;
- выбор и приоритизация способов обработки риска.

6.2 Идентификация рисков

6.2.1 При идентификации рисков необходимо:

- выявить ключевые (значимые) опасности и опасные (нежелательные) события, связанные с железнодорожной техникой, требующие дальнейшего анализа.

Примечание — Нет необходимости записывать (каталогизировать) каждую возможную опасность, и не ожидается, что обязательно будут идентифицированы все потенциальные опасности, даже те, которые находятся за пределами текущего уровня знаний;

- определить их таким образом, чтобы опасности и опасные (нежелательные) события можно было отличать друг от друга, например присвоить четкие названия и (или) обозначения;
- описать их, в том числе рассмотрев пути реализации опасностей, ведущих к возникновению опасных (нежелательных) событий и последствий от них.

6.2.2 Исходные допущения и результаты идентификации риска должны быть документально зафиксированы организацией, осуществляющей управление рисками на соответствующей стадии жизненного цикла железнодорожной техники.

6.2.3 Перед началом идентификации риска необходимо точно определить железнодорожную технику, включая установление ее границ (как системы), границ ее составных частей, параметров интерфейсов, функций и связей с другими внешними системами.

6.2.4 Известные опасности, включая имевшие место при предыдущих транспортных происшествиях, отказах или для аналогичной продукции, должны быть четко и точно идентифицированы.

6.3 Анализ риска

6.3.1 Общие требования к анализу риска

6.3.1.1 В рамках анализа риска определяют уровень риска, связанного с опасными (нежелательными) событиями, идентифицированными на предыдущем этапе.

6.3.1.2 Анализ риска в общем случае должен включать:

- анализ частот (вероятностей) возникновения возможных опасных (нежелательных) событий, их продолжительности и характера [далее — анализ частот (вероятностей)];
- анализ последствий реализации опасности, включая определение типа и характера, а также размера и (или) тяжести последствий (далее — анализ последствий);

- определение уровня риска;
- корректировку анализа риска по результатам мониторинга и пересмотра риска (при необходимости).

6.3.1.3 Если имеются результаты анализа риска для аналогичной продукции, они могут быть использованы в качестве справочного материала. При этом необходимо доказать, что отличия рассматриваемой и аналогичной продукции 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.

6.3.1.4 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.

6.3.1.5 Также при анализе риска целесообразно рассматривать изменения риска в зависимости от изменений отдельных исходных данных для определения:

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

6.3.2 Выбор метода оценки риска

6.3.2.1 Выбор метода оценки риска осуществляют в зависимости:

- от стадии жизненного цикла железнодорожной техники, на которой проводят анализ риска;
- области применения (целей и задач анализа риска);
- типа анализируемых железнодорожной техники, видов опасностей и рисков;
- детализации проведения анализа;
- требований к человеческим ресурсам, степени компетентности персонала, участвующего в управлении рисками, и другим необходимым ресурсам;
- наличия и доступности информации о железнодорожной технике;
- потребности в корректировке результатов анализа;
- правовых требований и требований договоров (контрактов) на разработку или поставку железнодорожной техники.

Примечания

1 В случае если предпринимается сопоставительное исследование различных вариантов конструкции железнодорожной техники, может оказаться приемлемым использование довольно грубых (с низкой детализацией) методов анализа для составных частей, не подверженных изменениям.

2 Простой, хорошо формализованный метод обеспечит более достоверные результаты по сравнению с более сложной процедурой, которая разработана недостаточно хорошо.

6.3.2.2 Описание и особенности применения методов оценки риска приведены в [2][1)].

6.3.3 Анализ частот (вероятностей)

6.3.3.1 Анализ частот (вероятностей) выполняют для оценки уровня частоты (вероятности) возникновения каждого опасного (нежелательного) события, выявленного на этапе идентификации риска.

6.3.3.2 В случае, когда уровень частоты (вероятности) оценивают в виде качественной характеристики, его определяют экспертными методами, присваивая ему соответствующий ранг из перечня возможных, установленных заранее по качественной шкале частот (вероятностей).

Необходимо устанавливать и называть ранги таким образом, чтобы однозначно обозначать различия в размерах показателя (например, показатель с рангом «низкий» имеет меньший размер, чем показатель с рангом «средний»). Однако в случаях, когда такое различие не очевидно из названий рангов, должен быть определен порядок рангов по возрастанию (убыванию) размера показателя (например, в виде таблицы).

В наименованиях рангов частоты (вероятности) и последствий следует избегать таких формулировок, как «допустимый» и «недопустимый», поскольку допустимый уровень устанавливают только для риска, и при этом допустимый уровень риска может выражаться различными сочетаниями рангов частоты (вероятности) и последствий. В случае если определяют наименования рангов риска, тогда применение указанных формулировок допускается.

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 31010—2021 «Надежность в технике. Методы оценки риска».

6.3.3.3 В случаях, когда уровень частоты (вероятности) оценивают в виде количества баллов, применяют следующие основные подходы:

а) оценка на основе имеющихся статистических данных (данные о количестве транспортных происшествий и событий, о количестве отказов технических средств и т. п.);

б) оценка на основе аналитических и (или) имитационных методов, моделей;

в) использование экспертных методов.

Примечание — Подходы по перечислениям а) и б) являются взаимодополняющими и могут быть использованы в сочетании друг с другом, для взаимной проверки, что способствует повышению достоверности результатов. В тех случаях, когда данные подходы не применимы (например, при отсутствии необходимых данных), рекомендуется использовать подход по перечислению в). В отдельных случаях может применяться сочетание перечисленных подходов.

6.3.3.4 В случаях, когда уровень частоты (вероятности) оценивают количественно, применяют основные подходы по перечислениям а) и б) 6.3.3.3 либо их сочетание.

6.3.3.5 С целью последующей визуализации результатов оценки риска полученной балльной или количественной оценке уровня частоты (вероятности) возникновения события может также быть присвоен соответствующий ранг частоты (вероятности) из перечня возможных, установленных заранее по качественной шкале частот (вероятностей). При этом каждому из установленных рангов частоты (вероятности) должен быть сопоставлен интервал баллов или числовых значений.

Пример — Если для рассматриваемого риска было установлено три ранга частоты: «низкий», «средний» и «высокий», то каждому из рангов следует сопоставить интервал числовых значений (например, «низкий»: не более 3 1/год; «средний»: более 3 1/год и не более 12 1/год; «высокий»: более 12 1/год). Если уровень частоты был оценен количественно 10 1/год, то в таком случае уровню частоты присваивается ранг «средний».

Примеры уровней частоты (вероятности) возникновения событий и их описания приведены в приложении Б.

6.3.3.6 Используемые ранги уровней частоты (вероятности), их количество и характеристики определяются персоналом, участвующим в управлении рисками и проводящим в том числе оценку риска, и должны быть согласованы руководством организации, осуществляющей управление рисками железнодорожной техники на определенной стадии ее жизненного цикла, в соответствии с предполагаемым применением.

6.3.4 Анализ последствий

6.3.4.1 Анализ последствий выполняют для оценки уровня тяжести последствий каждого опасного (нежелательного) события, выявленного на этапе идентификации риска.

6.3.4.2 Анализ последствий включает описание и оценку всех последствий, являющихся результатом опасных (нежелательных) событий, в том числе:

- последствия, которые могут проявиться через определенный период времени, если это не противоречит области применения анализа риска;
- вторичные последствия, распространяющиеся на другие объекты, взаимосвязанные с железнодорожной техникой.

6.3.4.3 Анализ последствий выполняют с использованием подходов и правил, описанных для анализа частот (вероятностей) в 6.3.3.2—6.3.3.6.

Примеры уровней тяжести последствий приведены в приложении Б.

6.3.4.4 Используемые ранги уровней тяжести последствий, их количество и характеристики определяются персоналом, участвующим в управлении рисками и проводящим в том числе оценку риска, и должны быть согласованы руководством организации, осуществляющей управление рисками железнодорожной техники на определенной стадии ее жизненного цикла, в соответствии с предполагаемым применением.

6.3.5 Определение уровня риска

6.3.5.1 Поскольку уровень риска, как правило, определяется сочетанием частоты (вероятности) и последствий, вид оценки уровня риска зависит соответственно от видов оценок его составляющих: если уровни частоты (вероятности) и тяжести последствий представлены в виде качественных оценок, то и уровень риска также оценивают качественно, то же относится к балльным и количественным оценкам уровней частоты (вероятности) и тяжести последствий.

При интервальной оценке риска границы интервала числовых значений устанавливают на основе точечной оценки и доверительных интервалов. Интервальная оценка уровня риска, получаемая при не-

обходимости, дополняет его точечную оценку, показывая, в каких пределах может находиться числовое значение уровня риска с заданной доверительной вероятностью или с какой вероятностью оно превысит заданное пороговое значение.

6.3.5.2 В случае, когда уровень риска оценивают в виде качественной характеристики, то его определяют экспертными методами [на основе ранга частоты (вероятности) и ранга последствий, которые были присвоены соответственно оцененным качественно уровням частоты (вероятности) и тяжести последствий], присваивая ему соответствующий ранг из перечня возможных, установленных заранее по качественной шкале риска. Присвоение ранга может осуществляться на основе матрицы рисков по 6.4.4—6.4.5.

Пример — Если задают три ранга: «низкий», «средний» или «высокий», то уровню риска присваивают один из них с учетом рангов, установленных для уровней частоты (вероятности) и тяжести последствий.

6.3.5.3 В случаях, когда уровень риска оценивают в виде балльной оценки или количественно, то уровень риска R может быть представлен формулой

$$R = F_R\{C, f\}, \quad (1)$$

где F_R — функция двух аргументов: частоты (вероятности) f возникновения опасного (нежелательного) события и ожидаемой тяжести последствий (ущерба) C от этого события. Как правило, данная функция представляет собой их произведение;

f — частота (вероятность) возникновения события[1)];

C — размер последствия от возникновения события[1)].

В некоторых случаях балльно или количественно выраженные уровни риска могут агрегироваться (для получения агрегированного уровня риска). При этом составляющие риски должны иметь одинаковые единицы измерения как частоты (вероятности) возникновения события, так и размера последствий, должны иметь один и тот же вид (либо относиться к объекту одного и того же вида). Соответствующие допустимые уровни риска суммировать некорректно, поэтому для агрегированного уровня рисков допустимый уровень должен устанавливаться индивидуально, на основе критериев риска.

Примеры оценки риска приведены в приложении В.

6.4 Сравнительная оценка риска

6.4.1 Сравнительная оценка риска включает соотнесение уровня риска:

а) с допустимым уровнем риска (при наличии одного установленного граничного значения в виде допустимого уровня риска, если уровень риска определен по 6.3.5.3, либо ранга риска, установленного как недопустимый, если уровень риска определен по 6.3.5.2);

б) со шкалой риска, для которой должны быть заранее установлены ранги риска и, если уровень риска определен по 6.3.5.3, то каждому из установленных рангов риска должен быть сопоставлен интервал баллов или числовых значений (в этом случае имеет место несколько граничных значений, соответствующих границам интервалов).

Примечание — Случай по перечислению а) является сравнительной оценкой, предусматривающей (не обязательно в явном виде) два ранга риска: «допустимый» (уровень риска не превышает допустимый уровень риска) и «недопустимый» (уровень риска превышает допустимый уровень риска).

6.4.2 Используемые ранги риска, их количество и характеристики (для случая по перечислению б) 6.4.1) определяются персоналом, участвующим в управлении рисками и проводящим в том числе оценку риска, и должны быть согласованы руководством организации, осуществляющей управление рисками железнодорожной техники на определенной стадии ее жизненного цикла, в соответствии с рассматриваемым применением.

Примечание — Наиболее часто для шкал риска используют три или четыре ранга:

а) при балльной или количественной оценке уровня риска, когда установлен допустимый уровень риска:

1) недопустимый;

[1)] В случае, если уровень риска R определяют в виде балльной оценки, то f и C также должны быть представлены в виде балльных оценок. В случае, если уровень риска R определяют в виде числового значения, то f и C также должны быть представлены в виде числовых значений.

2) нежелательный (в случае четырех рангов);
3) допустимый;
4) не принимаемый в расчет;

б) при качественной оценке уровня риска, когда один из рангов риска установлен как недопустимый:
1) высокий;
2) значительный (в случае четырех рангов);
3) средний;
4) низкий.

6.4.3 Результат сравнительной оценки риска может быть визуализирован с помощью матрицы рисков (карты рисков), которая представляет собой таблицу с сочетанием частоты (вероятности) возникновения события и тяжести последствий этого события и позволяет в наглядной форме проинформировать лица, принимающие решения, об уровне рассматриваемого риска, а также о соотношении уровней частоты (вероятности) и тяжести последствий.

Форма матрицы зависит от контекста ее применения.

Пример — Форма матрицы рисков, в которой шкала тяжести последствий имеет четыре уровня, а шкала частоты — шесть уровней, приведена на рисунке 2.

На матрице рисков для уровней частоты, тяжести последствий и рисков показаны их качественные характеристики (ранги). При этом если уровни частоты и тяжести последствий заданы количественно (либо в виде балльной оценки), то каждому рангу этих шкал сопоставляют интервал числовых значений или баллов, а границы этих интервалов указывают на метках шкал (f_1, f_2, … f_7 — метки шкалы частот и C_1, C_2, …, C_5 — метки шкалы последствий).

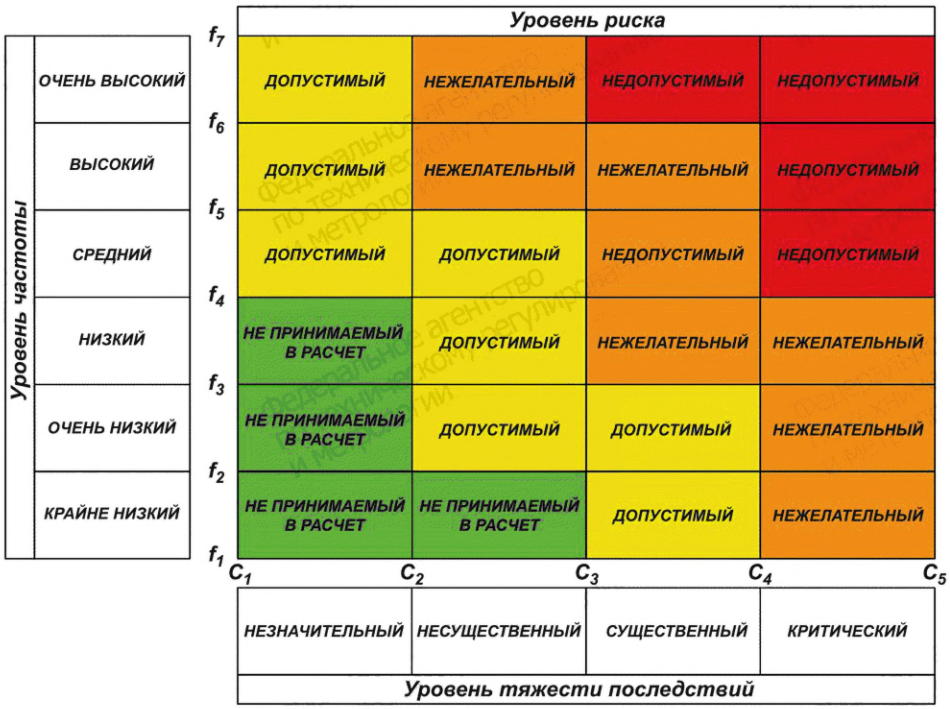


Рисунок 2 — Пример формы матрицы рисков

6.4.4 Построение матрицы рисков включает:

- формирование поля ячеек $m \times n$, где m — количество рангов частоты (вероятности) (количество строк — ячеек по вертикали), n — количество рангов последствий (количество столбцов — ячеек по горизонтали) (см. рисунок 2, где поле ячеек имеет размерность 6 × 4);

- присвоение каждой строке (интервалу шкалы частот) ранга частоты (см. рисунок 2, где интервалам шкалы частот присвоены ранги: «крайне низкий», «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий», «очень высокий», каждому столбцу (интервалу шкалы последствий) — ранга последствий

(см. рисунок 2, где интервалам шкалы последствий присвоены ранги: «незначительный», «несущественный», «существенный», «критический»);

- присвоение каждой ячейке матрицы рисков ранга риска (см. рисунок 2, где ячейкам матрицы рисков, присвоены ранги: «не принимаемый в расчет», «допустимый», «нежелательный», «недопустимый» указывающие на принадлежность ячейки к соответствующему интервалу шкалы рисков. Различные ранги также обозначены цветовым кодом).

Примечание — Чтобы обеспечить сопоставимость результатов сравнительной оценки рисков и возможность ее проведения разными работниками, необходимо, чтобы подход к присвоению ранга риска для каждой ячейки матрицы рисков был формализован и обоснован.

Пример — В матрице рисков на рисунке 2 принята шкала рисков с четырьмя рангами рисков. При количественной оценке для определения интервалов значений, сопоставимых с каждым рангом риска, требуется установить три граничных значения. Так, граница между интервалами значений, сопоставленными с рангами «нежелательный» и «недопустимый», как правило, всегда соответствует допустимому уровню риска $R_{доп}$, определяемому по 5.2 (поскольку подразумевается, что область значений недопустимого риска находится выше $R_{доп}$). Две другие границы могут быть установлены с помощью заданного масштабного коэффициента шкалы риска K. Тогда граница между интервалами значений, сопоставимыми с рангами «допустимый» и «нежелательный», может быть рассчитана как $R_{доп}/K$, а между интервалами значений риска, сопоставляемыми с рангами «не принимаемый в расчет» и «допустимый», $R_{доп}/K^2$.

Например, пусть $R_{доп}$ установлен равным 160 млн руб/год и задано K = 4. Тогда другие два граничных значения будут соответственно равны 40 млн руб/год (граница между интервалами значений рангов «допустимый» и «нежелательный») и 10 млн руб/год (граница между интервалами значений рангов «не принимаемый в расчет» и «допустимый»).

7 Обработка риска

7.1 По результатам сравнительной оценки риска принимают решение о необходимости обработки риска или об ее отсутствии, а также о приоритетности обработки риска.

В большинстве случаев такое решение принимают на основе ранга, присвоенного уровню риска, также учитывая (при балльной или количественной оценке уровня риска) разницу (или отношение) значений уровня риска и допустимого уровня риска. В ряде случаев принимают во внимание соотношение между уровнем частоты (вероятности) и уровнем тяжести последствий.

Примечание — При принятии решения по обработке риска также могут учитываться прочие (помимо указанных в 5.2) критерии риска (например, этические, юридические, финансовые и другие).

Пример — Возможные решения по результатам сравнительной оценки риска для каждого уровня риска приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Примеры принимаемых решений

Ранг риска	*Решения*
Недопустимый	***Риск должен быть снижен или исключен. Обработка риска необходима***
Нежелательный	***Риск должен быть снижен. Обработка риска необходима за счет реализации защитных мер***
	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***

7.2 Обработка риска включает:

- выбор одного или нескольких вариантов мероприятий по обработке риска;
- планирование проведения мероприятий по обработке риска;
- проведение мероприятий по обработке риска;
- анализ и принятие решений о приемлемости остаточного уровня риска;
- оценку эффективности проведенных мероприятий, в том числе на основе экономической оценки понесенных затрат и приемлемости остаточного риска, полученного после выполнения мероприятий.

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

Пример — В соответствии с таблицей 1 обработка риска требуется, если уровню риска присвоен нежелательный или недопустимый ранг.

В случае отнесения уровня риска к нежелательному могут быть запланированы следующие мероприятия:

- ***внеочередной инструктаж персонала;***
- ***внеочередное обучение персонала;***
- ***проведение внепланового технического обслуживания и др.***

В случае отнесения уровня риска к недопустимому могут быть запланированы следующие мероприятия:

- ***модернизация или внедрение новых технических средств;***
- ***изменение технологического процесса и др.***

7.3 Мероприятия по обработке риска могут быть направлены:

- на полное исключение риска;
- снижение частоты (вероятности) возникновения опасного (нежелательного) события;
- снижение тяжести последствий опасного (нежелательного) события;
- передачу или распределение риска;
- сохранение риска и разработку планов устранения последствий.

7.4 Обоснование эффективности мероприятий по обработке риска выполняют на основе анализа соотношения 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 в связи с особым отношением к данному виду риска организации, осуществляющей управление рисками железнодорожной техники на определенной стадии ее жизненного цикла.

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

- ответственный за управление рисками в организации, осуществляющей управление рисками железнодорожной техники на определенной стадии ее жизненного цикла;
- ответственный за действия, от которых зависит возникновение опасного (нежелательного) события и (или) тяжесть последствий этого события;
- имеющий необходимые компетенции и ресурсы для реагирования на опасное (нежелательное) событие и ликвидацию его последствий.

7.6 Все действия по обработке риска должны быть задокументированы.

7.7 После проведения обработки риска повторно проводят процесс оценки остаточного риска и определение его допустимости в соответствии с предварительно установленными критериями в целях определения возможности перехода к следующему этапу процесса управления рисками.

Лица, принимающие решения, и другие причастные стороны должны быть осведомлены о характере и уровне остаточного риска. Остаточный риск должен быть задокументирован и подлежать регулярному мониторингу, пересмотру и, при необходимости, дальнейшей обработке.

8 Мониторинг и пересмотр при управлении рисками

8.1 Мониторинг и пересмотр риска должны быть запланированы в качестве одного из элементов процесса управления рисками. Мониторинг и пересмотр риска включают проведение как регулярных (плановых) проверок и контроля, так и внеочередных (внеплановых) проверок при необходимости.

8.2 Мониторинг и пересмотр риска, связанного с железнодорожной техникой, должны охватывать все аспекты управления рисками для того, чтобы обеспечить актуальность информации, а также:

- оценить динамику уровня риска и эффективность проведенных мероприятий по обработке риска;
- обеспечить постоянный контроль за безопасностью железнодорожной техники, в том числе эффективность системы контроля как на стадиях жизненного цикла, связанных с созданием железнодорожной техники, так и на стадии ее эксплуатации;
- получать дальнейшую информацию для повышения качества оценки рисков, а также гарантировать, что управление рисками соответствует действующим нормативным документам;
- анализировать события, изменения, тенденции, отказы железнодорожной техники и делать соответствующие выводы из результатов данного анализа;
- выявлять изменения во внешних и внутренних факторах, включая изменения критериев риска и уровня риска, что может потребовать пересмотра мероприятий по обработке риска и их приоритетности;
- выявлять новые риски.

8.3 Результаты мониторинга и пересмотра подлежат регистрации и включению в отчеты организаций, осуществляющих управление рисками железнодорожной техники (например, разработчика или эксплуатирующей организации).

8.4 Порядок проведения мониторинга и пересмотра риска, включая документирование результатов, должен быть определен организацией, осуществляющей управление рисками железнодорожной техники на определенной стадии ее жизненного цикла. При этом для повышения объективности, как правило, предусматривают назначение компетентного персонала, не участвовавшего в анализе риска рассматриваемой железнодорожной техники, или привлечение независимых экспертов.

9 Обмен информацией и консультирование при управлении рисками

9.1 На каждом этапе процесса управления рисками необходимо взаимодействовать и проводить консультации как с внешними, так и с внутренними участниками этого процесса.

9.2 Соответствующий обмен информацией и консультации при управлении рисками обеспечивают:

- учет мнения причастных сторон (например, организаций — участников жизненного цикла железнодорожной техники, конечных потребителей);
- единое понимание рисков, связанных с железнодорожной техникой, адекватности идентифицированных рисков, выбранных критериев риска и методов оценки;
- осведомленность персонала, участвующего в управлении рисками, и причастных сторон о своих ролях, ответственности и полномочиях в области управления рисками на стадиях жизненного цикла железнодорожной техники.

9.3 При обмене информацией целесообразно привлекать все причастные стороны к открытому обсуждению сложных проблем, связанных с риском, при этом следует обратить особое внимание на консультации и достижение общего понимания по всем вопросам.

9.4 Консультации могут быть описаны как процесс передачи данных при обмене информацией между организацией и причастными сторонами по рассматриваемой проблеме до момента принятия решения или определения направления развития.

Примечание — Для консультаций характерны следующие основные особенности:

- консультации являются процессом, а не результатом;
- консультации направлены на достижение консенсуса, а не на силовое решение вопроса;
- консультации являются подготовкой к процессу принятия решения, в котором не обязательно участвуют все стороны.

9.5 Обмен информацией и консультирование, в том числе со специализированными экспертами или с другими внешними организациями, рекомендуется планировать и осуществлять через определенные промежутки времени.

9.6 Вид, в котором осуществляют планирование, исполнение, а также форму и объем записей об обмене информацией и консультациях, определяет организация, осуществляющая управление рисками на определенной стадии жизненного цикла, при условии согласования с причастными к данному процессу сторонами.

10 Документирование и отчетность при управлении рисками

10.1 Процесс управления рисками и его результаты должны документироваться.

Примечание — Выполнение оценки риска железнодорожной техники может быть оформлено в виде отдельного отчета об оценке риска или в виде раздела(ов) в составе документа(ов) по безопасности, например, доказательства безопасности по ГОСТ 33432, обоснования безопасности по ГОСТ 34008.

10.2 Состав документации по управлению рисками и периодичность ее обновления определяется организацией, осуществляющей управление рисками на определенной стадии жизненного цикла, и, как правило, включает отчет об оценке риска и реестр рисков.

Документация может вестись как в бумажной, так и в электронной форме (в формате базы данных). Способ хранения, анализа и обновления документации должен быть определен на начальных этапах процесса управления рисками.

10.3 Отчет об оценке риска должен быть оформлен таким образом, чтобы выполненные расчеты и сделанные выводы могли быть проверены и повторены персоналом, который не участвовал в первоначальной оценке риска.

10.4 Отчет об оценке риска в общем случае может включать:

- цели и масштаб проведения оценки риска;
- описание объекта оценки (конкретной железнодорожной техники или связанного с ней процесса) и его функций или оцениваемой ситуации;
- краткий обзор внешних и внутренних факторов деятельности организации, а также отношение данных условий к объекту оценки, оцениваемой ситуации или обстоятельствам;
- применяемые критерии риска и их обоснование;
- ограничения, допущения, предположения и обоснование гипотез;
- методы оценки риска;
- исходные положения, ограничения и обоснование используемых методов оценки риска;
- описание идентифицированных опасностей и рисков;
- исходные данные, их источники и проверка;
- результаты анализа риска и оценка их достоверности;
- анализ факторов неопределенности и влияния на результат изменения исходных данных;
- результаты сравнительной оценки риска;
- перечень и результаты выполненных мероприятий по обработке риска;
- критические допущения и иные факторы, подлежащие мониторингу;
- выводы и рекомендации;
- данные о лицах, ответственных за проведение оценки риска;
- ссылки на справочные документы.

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

10.5 Реестр рисков[1)] формирует и ведет организация, осуществляющая управление рисками на определенной стадии жизненного цикла. Реестр рисков начинают вести при проведении идентификации рисков. В случае, если на последующих стадиях жизненного цикла железнодорожной техники вносятся изменения в состав опасных (нежелательных) событий и особенно если выявляют новые события, организация вносит соответствующие изменения или дополнения в реестр рисков.

Реестр рисков может вестись как в бумажной, так и в электронной форме (в формате базы данных) и должен содержать:

- характеристику каждого опасного (нежелательного) события и, вызвавшие его причины;
- вероятные последствия и частоты (вероятности) возникновения опасных (нежелательных) событий;
- риск, связанный с каждым опасным (нежелательным) событием;
- критерии риска, включая допустимые уровни риска;
- перечень выполненных мероприятий по обработке риска (при необходимости);
- данные о лицах, ответственных за ведение реестра рисков.

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 51901.22—2012 «Менеджмент риска. Реестр риска. Правила построения».

Примечание — При необходимости можно вести несколько реестров рисков, например, внутренний (для управления внутренними процессами организации) и внешний (фрагмент внутреннего реестра рисков, который подходит для передачи информации другим заинтересованным сторонам). Это может быть целесообразно, чтобы информировать другие заинтересованные стороны о соответствующих аспектах безопасности железнодорожной техники на интерфейсах с другими системами или подсистемами, а также об опасностях, которые не могут контролироваться одной заинтересованной стороной самостоятельно.

10.6 В дополнение к отчету об оценке риска и реестру рисков при управлении рисками могут вестись и другие записи. Что именно документировать в виде записей — должно быть определено на начальных этапах процесса управления рисками.

Цель записей состоит:

- в обмене информацией о рисках с лицами, принимающими решения, и другими заинтересованными сторонами, включая руководителей;
- обеспечении учета и обоснования принятых решений;
- сохранении результатов оценки для дальнейшего использования и в качестве справочной информации;
- отслеживании изменения показателей и их тенденции;
- обеспечении уверенности в том, что риски поняты и учтены при управлении жизненным циклом железнодорожной техники;
- возможности проверки оценки риска;
- обеспечении прослеживаемости результатов аудита системы управления рисками в организации (если он предусмотрен).

Приложение А
(справочное)

Установление критериев риска в соответствии с принципами принятия риска

А.1 Принципы ALARP/ALARA и SFAIRP

Принципы ALARP (As low as reasonably practicable; настолько низок, насколько это оправдано на практике), ALARA (As low as reasonably achievable; настолько низок, насколько это достижимо) и SFAIRP (So far as is reasonably practicable; настолько, насколько это оправдано на практике) описаны в [2][1]. В соответствии с ними риск необходимо снижать до разумного предела — насколько практически достижимо и целесообразно.

А.2 Принцип MEM

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

А.2.2 Эндогенная смертность — это риск, 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 $R_m = 2 \times 10^{-4}$ смертельных исходов/человек × год.

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

А.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.

А.2.5 Для систем, которые могут привести к большому количеству смертельных исходов, введено понятие «дифференциальная неприемлемость риска» (DRA), которое характеризует уменьшение тангенса угла наклона кривой, приведенной на рисунке А.1.

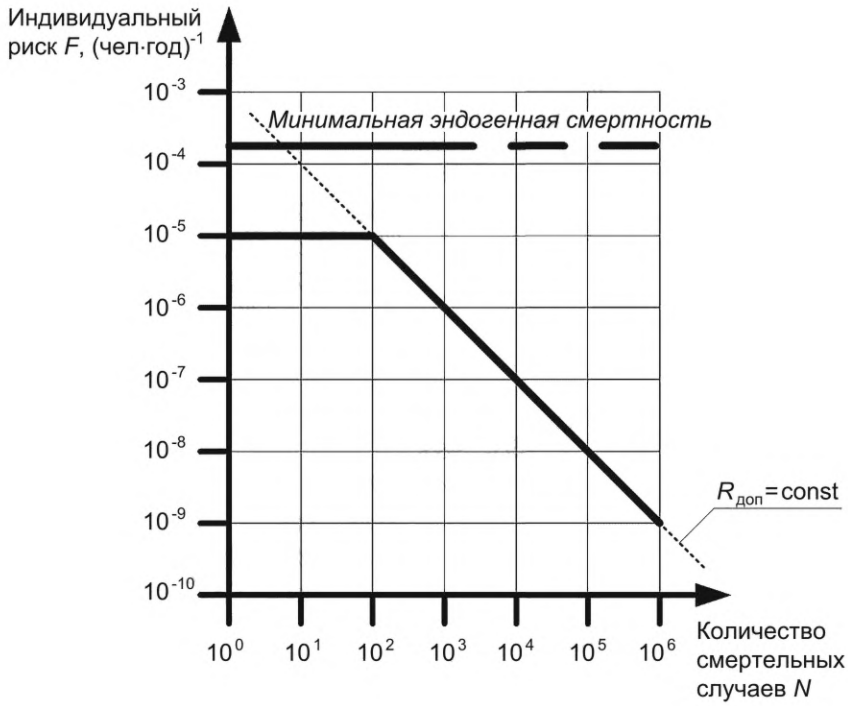


Рисунок А.1 — Кривая минимальной эндогенной смертности

[1] В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 31010—2021 «Надежность в технике. Методы оценки риска».

А.3 Принцип GAMAB

А.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 уровень риска по крайней мере такой же, что и равнозначная существующая система».

А.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 железнодорожной техники свободны в выборе между различными видами риска, свойственными определенной железнодорожной технике, и применяют соответствующий подход, т. е. качественный или количественный.

Приложение Б
(справочное)

Примеры уровней частоты (вероятности) и последствий

Б.1 Примеры уровней для оценки частоты возникновения событий

Таблица Б.1 — Пример качественных и количественных уровней частоты возникновения опасных событий

Уровень частоты (ранг)	Описание (качественные уровни)	Примеры количественных значений		
		Частота событий в год f	Частота событий для единичного изделия постоянного применения	Частота событий для единичного изделия за 30-летний срок службы при режиме эксплуатации 5000 ч/год
Очень высокая	Постоянное наличие опасности. Опасное событие возникает часто	$f \geq 10^{-3}$	Более 1 раза в 6 недель	Более 150 раз
Высокая	Неоднократное возникновение опасности. Ожидается частое возникновение опасного события	$5 \cdot 10^{-4} \leq f < 10^{-3}$	От 1 раза в 6 недель до 1 раза в год	От 15 до 150 раз
Средняя	Неоднократное возникновение опасности. Ожидается неоднократное возникновение опасного события	$10^{-4} \leq f < 5 \cdot 10^{-4}$	От 1 раза в год до 1 раза в 10 лет	От 2 до 15 раз
Низкая	Вероятно, что опасное событие будет иногда возникать на протяжении жизненного цикла железнодорожной техники. Обоснованное ожидание возникновения опасного события	$5 \cdot 10^{-5} \leq f < 10^{-4}$	От 1 раза в 10 лет до 1 раза в 1000 лет	Возможно 1 раз за весь срок службы
Очень низкая	Возникновение опасности маловероятно, но возможно. Можно предположить, что опасное событие может возникнуть в исключительном случае	$10^{-5} \leq f < 5 \cdot 10^{-5}$	От 1 раза в 1000 лет до 1 раза в 100 000 лет	Ожидается, что не произойдет за весь срок службы
Крайне низкая	Возникновение опасности крайне маловероятно. Можно предположить, что опасное событие не возникнет	$f < 10^{-5}$	Реже 1 раза в 100 000 лет	Крайне маловероятно, что произойдет за весь срок службы

Б.2 Примеры уровней для оценки тяжести последствий

Таблица Б.2 — Типовые уровни тяжести последствий

Уровень тяжести последствий (ранг)	Примеры последствий
Критический	Гибель одного человека или более или тяжкий вред здоровью пяти или более человек, связанных с функционированием железнодорожной техники, или объект железнодорожного подвижного состава поврежден до степени исключения из инвентарного парка, или нанесен ущерб объекту инфраструктуры железнодорожного транспорта в размере более 5000 МРОТ; ущерб для окружающей среды, вызвавший чрезвычайную ситуацию федерального или межрегионального характера
Существенный	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 железнодорожного подвижного состава, требующее проведения капитального ремонта для восстановления его работоспособного состояния, или нанесен ущерб объекту инфраструктуры железнодорожного транспорта в размере от 1500 до 5000 МРОТ, или полная утрата груза; ущерб для окружающей среды, вызвавший чрезвычайную ситуацию регионального или межмуниципального характера
Несущественный	Вред здоровью средней тяжести, или повреждение объекта железнодорожного подвижного состава, требующее проведение среднего или деповского ремонта для восстановления его работоспособности, или нанесен ущерб объекту инфраструктуры железнодорожного транспорта в размере от 500 до 1500 МРОТ, или частичная утрата груза; угроза для окружающей среды, вызвавшая чрезвычайную ситуацию муниципального или локального характера
Незначительный	Легкий вред здоровью, или повреждение объекта железнодорожного подвижного состава, требующее проведение текущего ремонта для восстановления его работоспособного состояния, или нанесен ущерб объекту инфраструктуры железнодорожного транспорта в размере менее 500 МРОТ; незначительная угроза для окружающей среды

Таблица Б.3 — Пример уровней для оценки тяжести последствий применительно к надежности железнодорожной техники

Уровень тяжести последствий (ранг)	Описание
Значительный (полный отказ)	Отказ, который: - препятствует движению поездов; - вызывает задержку обслуживания больше установленного времени; - вызывает затраты, превышающие установленный уровень
Средний [частичный отказ (отказ услуги, функции)]	Отказ, который: - не позволяет системе достичь своей производительности; - не приводит к задержке или затратам, превышающим минимальный порог, установленный для полного отказа

Таблица Б.4 — Пример уровней для оценки тяжести последствий по отношению к движению поездов

Уровень тяжести последствий (ранг)	Описание
Значительный	Воздействие на пассажиров/груз, превышающее установленный значительный уровень. Примерами событий, оказывающих такое влияние на пассажиров/грузы, являются: - недопустимая задержка прибытия/отправления поезда (например, больше 1 часа); - отмена поезда; - перерыв в движении на железнодорожной линии (влияние на движение других поездов); - пропуск операции (например, отказ станционного оборудования)
Средний	Воздействие на пассажиров/грузы выше установленного основного уровня и ниже значительного уровня. Примерами событий, оказывающих такое влияние на пассажиров/грузы, являются: - нежелательная задержка (например, от 6 минут до 1 часа); - перерыв в движении на железнодорожной линии (влияние на движение других поездов)
Незначительный	Воздействие на пассажиров/грузы ниже установленного основного уровня (но, возможно, выше установленного незначительного уровня)

Таблица Б.5 — Пример уровней для оценки тяжести последствий по отношению к функционированию систем жизнеобеспечения пассажиров

Уровень тяжести последствий (ранг)	Описание
Значительный	Воздействие на пассажиров, превышающее установленный значительный уровень. Примерами событий, оказывающих такое влияние на пассажиров, являются: - отсутствие вентиляции воздуха; - отключение кондиционера при необходимости его работы; - отсутствие или плохое освещение (например, снижение освещенности более чем на 50 %) при необходимости его работы; - отсутствие информации для пассажиров [например, отказ функции информирования (объявления) на всей станции или во всем поезде]; - отказ туалета для людей с ограниченными возможностями
Средний	Воздействие на пассажиров выше установленного основного уровня и ниже значительного уровня. Примерами событий, оказывающих такое влияние на пассажиров/грузы, являются: - частичный отказ или ухудшение работы вентиляции воздуха; - частичный отказ или ухудшение работы кондиционера; - частичный отказ или ухудшение освещения; - частичный отказ или ухудшение работы средств визуальной информации для пассажиров; - отказ туалета (например, половины туалетов в поезде)
Незначительный	Воздействие на пассажиров ниже установленного основного уровня (но, возможно, выше установленного незначительного уровня). Примерами событий, оказывающих такое влияние на пассажиров, являются: - отказ одного громкоговорителя, одного экрана, одного светильника и т. п.

Таблица Б.6 — Пример уровней для оценки тяжести последствий по отношению к техническому содержанию

Уровень тяжести последствий (ранг)	Описание
Значительный	Воздействие на техническое содержание, превышающее установленный значительный уровень. Примерами событий, оказывающих такое влияние, являются: - восстановление, требующее значительного времени (например, более 5 дней); - изменение графика технического обслуживания и ремонта или графика контроля (например, сокращение интервала между проверками); - восстановление, которое требует значительного количества ресурсов или конкретных ресурсов, наличие которых ограничено
Средний	Воздействие на техническое содержание выше установленного основного уровня и ниже значительного уровня. Примерами событий, оказывающих такое влияние, являются: - восстановление, которое не может быть завершено до начала следующего периода эксплуатации; - необходимость большего количества ресурсов без изменения схемы обслуживания; - восстановление с проблемами в сфере логистики
Незначительный	Воздействие на техническое содержание ниже установленного основного уровня (но, возможно, выше установленного незначительного уровня). Примерами событий, оказывающих такое влияние, являются: - техническое содержание, которое не требует важного/точного момента времени/инструментов/оборудования и т. п.

Приложение В
(справочное)

Примеры оценки риска

В.1 Пример оценки риска при разработке железнодорожной техники

Рассмотрим оценку риска для разрабатываемой системы контроля безопасной посадки и высадки пассажиров (СКПВП), устанавливаемой на пассажирских платформах городского и пригородного сообщения, включая нормирование риска при формировании требований по функциональной безопасности.

СКПВП представляет собой программно-аппаратный комплекс, который должен осуществлять контроль безопасной посадки и высадки пассажиров вместо машиниста, в том числе выявлять опасные ситуации, связанные с зажатием пассажиров дверьми электропоезда, падением их в пространство между подвижным составом и платформой, падением с платформы и нахождением в габарите во время прибытия электропоезда на остановочный пункт, и незамедлительно передавать эту информацию на борт, а также машинисту — оператору Центра дистанционного контроля и управления для принятия оперативных мер по недопущению травмирования пассажиров.

В.1.1 Идентификация риска

Идентификация риска может быть рассмотрена для нескольких режимов функционирования СКПВП, которые приведены в таблице В.1.

Таблица В.1 — Перечень опасностей и опасных событий

Режим функционирования СКПВП	Риск-фактор (опасность)	Событие	Последствия	Риск
1 Прибытие электропоезда	Нахождение человека в зоне железнодорожного пути вблизи платформы (в том числе падение с платформы)	Наезд на человека	Травмирование или гибель человека	Риск травмирования человека
	Падение или нахождение человека между поездом и платформой			
	Нахождение человека в зоне шириной 0,75 м от края платформы	Столкновение человека с зеркалом или другими выступающими частями электропоезда		
	Применение экстренного торможения для предотвращения наезда на человека	Резкое изменение скорости электропоезда	Травмирование людей (пассажиров электропоезда) в результате применения экстренного торможения	
		Незапланированная остановка электропоезда	Нарушение графика движения поездов	Риск нарушения графика движения поездов

Окончание таблицы В.1

Режим функционирования СКПВП	Риск-фактор (опасность)	Событие	Последствия	Риск
2 Осуществление посадки и высадки пассажиров	Нахождение человека в дверях электропоезда при их закрытии	Зажатие человека или предмета дверями электропоезда	Травмирование человека	Риск травмирования человека
	Падение или нахождение человека между поездом и платформой	Наезд на человека	Травмирование или гибель человека	
	Препятствие посадке-высадке, своевременному отправлению поезда	Задержка отправления электропоезда	Нарушение графика движения поездов	Риск нарушения графика движения поездов
3 Отправление электропоезда к следующему остановочному пункту	Нахождение человека в зоне железнодорожного пути вблизи платформы (в том числе падение с платформы)	Наезд на человека	Травмирование или гибель человека	Риск травмирования человека
	Падение или нахождение человека между поездом и платформой			
	Нахождение человека в зоне шириной 0,75 м от края платформы	Столкновение человека с зеркалом или другими выступающими частями электропоезда		
	Применение экстренного торможения для предотвращения наезда на человека	Резкое изменение скорости электропоезда	Травмирование людей (пассажиров электропоезда) в результате применения экстренного торможения	
		Незапланированная остановка электропоезда	Нарушение графика движения поездов	Риск нарушения графика движения поездов
	Нахождение человека или предмета в дверях электропоезда при их закрытии	Зажатие пассажира или предмета дверьми электропоезда	Травмирование человека	Риск травмирования человека
		Зажатие выступающего предмета дверьми электропоезда	Травмирование людей (пассажиров на платформе)	
			Повреждение объектов инфраструктуры	Риск повреждения объектов инфраструктуры

Далее в примере будет рассмотрена оценка риска травмирования человека для случая, когда он попадает в зону железнодорожного пути вблизи платформы при приближении к ней электропоезда (строка 1 таблицы В.1). В качестве железнодорожной линии в примере рассматривается Московское центральное кольцо. Электропоезда на данной линии оборудованы блоком обнаружения препятствий (БОП) для детектирования посторонних объектов в зоне видимости на расстоянии тормозного пути.

В.1.2 Анализ частот (вероятностей)

В.1.2.1 Вероятность наезда на человека из-за ошибки при выполнении функции обнаружения препятствия и предотвращения опасности включает вероятность появления человека на путях в опасной зоне, вероятность отсутствия обнаружения при помощи БОП на подвижном составе и вероятность отсутствия обнаружения при помощи СКПВП.

На рисунке В.1 представлено дерево отказов для функции обнаружения человека, появившегося в зоне железнодорожного пути вблизи платформы.

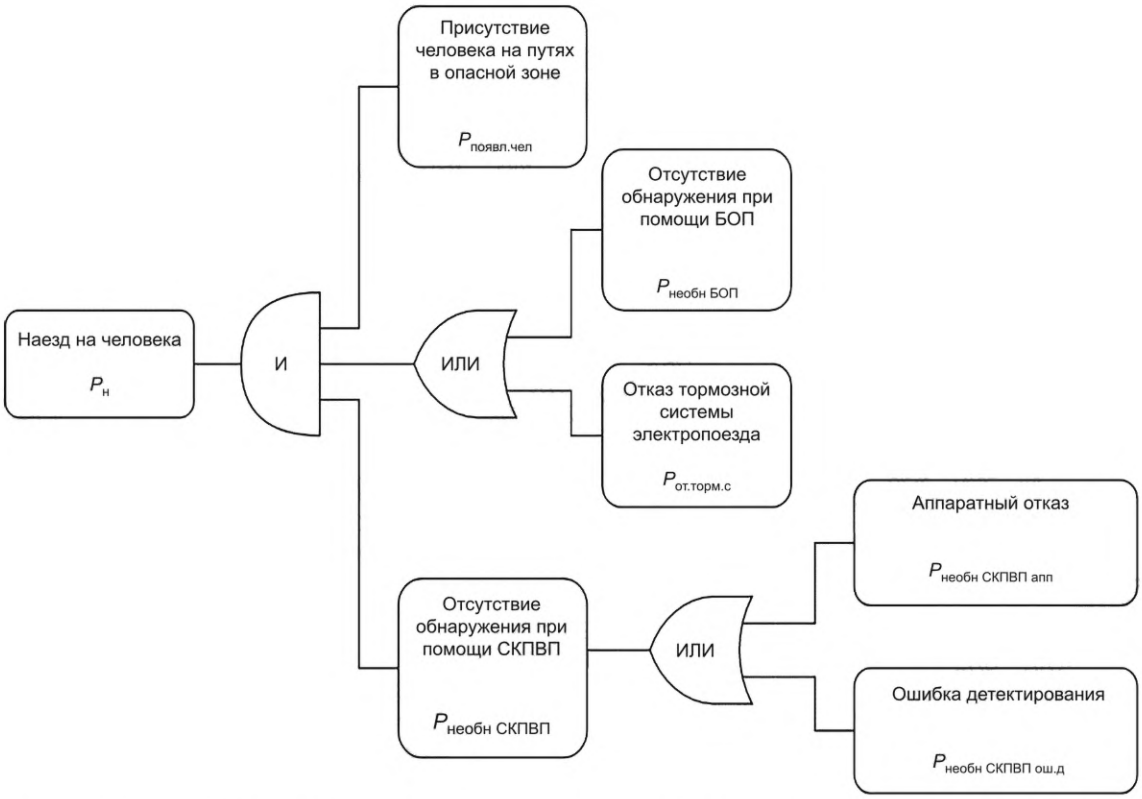


Рисунок В.1 — Дерево отказов для функции обнаружения человека, появившегося в зоне железнодорожного пути вблизи платформы

В соответствии с рисунком В.1 вероятность наезда на человека, $P_н$, описывается следующей формулой:

$$P_н = P_{появл.чел} \cdot [P_{необн\ СКПВП\ апп} + (1 - P_{от.торм.с}) \cdot P_{необн\ СКПВП\ ош.д}] \times \\ \times [P_{от.торм.с} + (1 - P_{от.торм.с}) \cdot P_{необн\ БОП}], \quad (В.1)$$

где $P_{появл.чел}$ — вероятность появления человека перед поездом за интервал времени 1 час (см. В.1.2.2);

$P_{необн\ СКПВП\ апп}$ — вероятность аппаратного отказа вычислителя СКПВП (см. В.1.2.3);

$P_{необн\ СКПВП\ ош.д}$ — вероятность отсутствия обнаружения человека алгоритмами распознавания СКПВП (принимают $2{,}9 \cdot 10^{-2}$ на основе результатов тестовых испытаний);

$P_{от.торм.с}$ — вероятность отказа тормозной системы электропоезда (см. В.1.2.4);

$P_{необн\ БОП}$ — вероятность отсутствия обнаружения объекта при помощи БОП (принимают $4 \cdot 10^{-2}$ на основе результатов тестовых испытаний).

В.1.2.2 Вероятность появления человека перед поездом за интервал времени 1 час вычисляют на основе интенсивности $\lambda_{пред}$ случаев экстренного и служебного торможения или иных способов предотвращения наезда подвижного состава на человека по следующей формуле:

$$P_{появл.чел} = 1 - \exp\left(-\lambda_{пред} \cdot T\right) = 1 - \exp\left(-\frac{N_{пред}}{T_{р.год}} \cdot T\right) = 1 - \exp\left(-\frac{30}{7117{,}5} \cdot 1\right) = 4{,}21 \cdot 10^{-3}, \quad (В.2)$$

где $\exp(\cdot)$ — экспоненциальная функция;

$\lambda_{пред} = N_{пред}/T_{р.год}$ — интенсивность случаев экстренного и служебного торможения или иных способов предотвращения наезда подвижного состава на человека, 1/ч;

$T = 1$ — интервал времени, на котором оценивается вероятность, ч;

$N_{пред} = 30$ — количество, за один календарный год, случаев экстренного и служебного торможения или иных способов предотвращения наезда подвижного состава на человека (принимают на основе данных, предоставленных эксплуатирующей организацией);

$T_{р.год} = 7117{,}5$ — количество часов, за один календарный год, в течение которых железнодорожная линия работает для перевозки пассажиров (из расчета 365 дней по 19,5 часа в сутки ежедневно с учетом перерыва в работе с 1:00 до 5:30).

Примечание — Здесь и далее принимается допущение, что потоки событий имеют экспоненциальное распределение вероятности (при этом выполняется $1 - \exp(-a) \approx a$ при условии, что a — малая величина; однако при $a \geq 10^{-3}$ ошибка такого приближения является существенной, поэтому в настоящем примере приведены формулы для любых значений аргументов как экспоненциальной, так и логарифмической функции).

В.1.2.3 Вероятность аппаратного отказа вычислителя СКПВП за интервал времени 1 час вычисляют на основе интенсивности $\lambda_{необн\ СКПВП\ апп}$ опасного отказа вычислителя по следующей формуле:

$$P_{необн\ СКПВП\ апп} = 1 - \exp(-\lambda_{необн\ СКПВП\ апп} \cdot T) = 1 - \exp(-1{,}6 \cdot 10^{-5} \cdot 1) = 1{,}6 \cdot 10^{-5}, \quad (В.3)$$

где $\lambda_{необн\ СКПВП\ апп} = 1{,}6 \cdot 10^{-5}$ — интенсивность опасного отказа вычислителя, 1/ч (принимается на основании данных о надежности, предоставленных производителем оборудования);

$T = 1$ — интервал времени, на котором оценивается вероятность, ч.

В.1.2.4 Вероятность отказа тормозной системы электропоезда за интервал времени 1 час вычисляют на основе интенсивности $\lambda_{от.торм.с}$ опасного отказа по следующей формуле:

$$P_{от.торм.с} = 1 - \exp(-\lambda_{от.торм.с} \cdot T) = 1 - \exp(-1 \cdot 10^{-5} \cdot 1) = 1 \cdot 10^{-5}, \quad (В.4)$$

где $\lambda_{от.торм.с} = 1 \cdot 10^{-5}$ — интенсивность опасного отказа тормозной системы электропоезда, 1/ч (принимается на основании данных о надежности, предоставленных производителем подвижного состава);

$T = 1$ — интервал времени, на котором оценивается вероятность, ч.

В.1.2.5 Вероятность наезда на человека за интервал времени 1 час, рассчитанная по (В.1) с применением значений, указанных в В.1.2.1 и полученных в В.1.2.3 и В.1.2.4, составляет

$$\begin{aligned} P_н &= 4{,}21 \cdot 10^{-3} \cdot [1{,}6 \cdot 10^{-5} + (1 - 1{,}6 \cdot 10^{-5}) \cdot 2{,}9 \cdot 10^{-2}] \cdot [1 \cdot 10^{-5} + (1 - 1 \cdot 10^{-5}) \cdot 4 \cdot 10^{-2}] = \\ &= 4{,}21 \cdot 10^{-3} \cdot (1{,}6 \cdot 10^{-5} + 2{,}9 \cdot 10^{-2} - 4{,}64 \cdot 10^{-7}) \cdot (1 \cdot 10^{-5} + 4 \cdot 10^{-2} - 4 \cdot 10^{-7}) = \\ &= 4{,}21 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}902 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-2} = 4{,}89 \cdot 10^{-6}. \end{aligned}$$

В.1.3 Анализ последствий

Последствиями от опасного события «наезд на человека» могут быть либо гибель, либо получение травм. Так как любой исход нежелателен, то в настоящем примере для упрощения не оценивают тяжести возможных травм и соответствующие денежные выплаты или материальный ущерб, не задают уровни тяжести последствий. То есть уровень риска выражают только вероятностью наступления опасного события.

В.1.4 Определение критерия риска

В качестве принципа принятия риска выберем принцип MEM (Minimum Endogenous Mortality; минимальная эндогенная смертность; см. приложение А).

Определение минимальной эндогенной смертности может быть найдено в различных источниках. Минимальная эндогенная смертность основана на индивидуальном риске. Рассмотрение начинается в точке самой низкой интенсивности гибели людей. Вероятность гибели минимальна для 15-летнего человека и определяется значением $2 \cdot 10^{-4}$ в год для человека. Если принять, что техническая система не должна вносить вклад в гибель людей более 5 %, получаем, что техническая система не должна приводить к гибели отдельного человека с вероятностью более чем $1 \cdot 10^{-5}$ в год. Это значение далее может быть распределено по подсистемам.

Пусть на систему управления движением на рассматриваемой железнодорожной линии приходится доля 0,2 от приведенного выше значения, оставляя 80 % этой величины для других отказов и опасностей, которые могут

привести к смертельному исходу. Это дает допустимую вероятность гибели одного пассажира за интервал времени 1 год, равную $P_{\text{г.пасс.доп.год}} = 0{,}2 \cdot 1 \cdot 10^5 = 2 \cdot 10^6$.

Приведем полученное значение $P_{\text{г.пасс.доп.год}}$ к размерности 1/ч, то есть вычислим допустимую вероятность гибели одного пассажира в течение часа работы рассматриваемой железнодорожной линии. Для этого определим допустимую интенсивность опасного события гибели одного пассажира, 1/ч, по следующей формуле:

$$\lambda_{\text{г.пасс.доп}} = \frac{-\ln\left(1-P_{\text{г.пасс.доп.год}}\right)}{T_{\text{р.год}}} = \frac{\ln\left(1-2\cdot10^{-6}\right)}{7117{,}5} = \frac{2\cdot10^{-6}}{7117{,}5} = 2{,}81\cdot10^{-10}, \quad \text{(В.5)}$$

где $\ln(\cdot)$ — функция натурального логарифма;

$P_{\text{г.пасс.доп.год}} = 2 \cdot 10^6$ — допустимая вероятность гибели одного пассажира за 1 год (установлена выше на основе принципа MEM);

$T_{\text{р.год}} = 7117{,}5$ — количество часов, за один календарный год, в течение которых железнодорожная линия работает для перевозки пассажиров (из расчета 365 дней по 19,5 часа в сутки ежедневно с учетом перерыва в работе с 1:00 до 5:30).

Допустимую вероятность гибели одного пассажира в течение часа работы рассматриваемой железнодорожной линии определим по следующей формуле (аналогичной формулам (В.2), (В.3) и (В.4)):

$$P_{\text{г.пасс.доп}} = 1 - \exp(-\lambda_{\text{г.пасс.доп}} \cdot T) = 1 - \exp(-2{,}81 \cdot 10^{-10} \cdot 1) = 2{,}81 \cdot 10^{-10}, \quad \text{(В.6)}$$

где $\lambda_{\text{г.пасс.доп}} = 2{,}81 \cdot 10^{-10}$ — допустимая интенсивность гибели одного пассажира, 1/ч, вычисляемая по формуле (В.5);

$T = 1$ — интервал времени, на котором оценивается вероятность, ч.

Полученное по формуле (В.6) значение вероятности (за интервал времени 1 час) является допустимым уровнем риска гибели человека для случая, когда он попадает в зону железнодорожного пути вблизи платформы (строка 1 таблицы В.1).

В.1.5 Определение уровня риска

Выполним оценку риска на основе данных о пассажиропотоке Московского центрального кольца за 2021—2022 гг. В 2021 году число перевезенных пассажиров составило 150,9 млн человек, а в 2022 году — 158,4 млн.

Из данных о пассажиропотоке определим среднесуточное значение пассажиропотока, чел., по следующей формуле:

$$N_{\text{пасс.сут}} = \frac{10^6 \cdot N_{\text{пасс.инт}}}{m_{\text{сут.инт}}} = \frac{10^6 \cdot \left(150{,}9 + 158{,}4\right)}{365 + 365} = \frac{309300000}{730} = 423699, \quad \text{(В.7)}$$

где $N_{\text{пасс.инт}}$ — количество пассажиров, млн чел., за некоторый интервал времени (в настоящем примере — 2 года);

$m_{\text{сут.инт}}$ — количество суток в данном интервале времени.

Определим для рассматриваемой железнодорожной линии общее количество посадок и высадок пассажиров за 1 час, учитывая, что каждый пассажир за поездку совершает одну посадку и одну высадку (считаем, что при оценке риска травмирования человека для случая, когда он попадает в зону железнодорожного пути вблизи платформы, должны рассматриваться только события посадки и высадки пассажира), по формуле

$$N_{\text{пв}} = \frac{2 \cdot N_{\text{пасс.сут}}}{T_{\text{р.сут}}} = \frac{2 \cdot 423699}{19{,}5} = 43456, \quad \text{(В.8)}$$

где $N_{\text{пасс.сут}}$ — количество пассажиров (пассажиропоток) за сутки;

$T_{\text{р.сут}} = 19{,}5$ — количество часов, за одни сутки, в течение которых железнодорожная линия работает для перевозки пассажиров (с учетом перерыва в работе с 1:00 до 5:30).

Вероятность того, что посадка или высадка закончатся опасным событием, равна

$$p = \frac{P_{\text{н}}}{N_{\text{пв}}} = \frac{4{,}89 \cdot 10^{-6}}{43456} = 1{,}13 \cdot 10^{-10}, \quad \text{(В.9)}$$

где $P_{\text{н}}$ — вероятность наезда на человека за интервал времени 1 час, определяемая по формуле (В.1) (см. В.1.2.5);

$N_{\text{пв}}$ — количество посадок и высадок пассажиров за 1 час, определяемое по формуле (В.8).

Поскольку каждый пассажир совершает одну посадку и одну высадку, то результирующую вероятность (с учетом исключения возникновения обоих нежелательных событий с одним пассажиром) гибели одного пассажира за 1 час определим по формуле

$$P_{\text{г.пасс}} = p + (1 - p) \cdot p = 2p - p^2 = 2 \cdot 1{,}13 \cdot 10^{-10} - 1{,}13 \cdot 10^{-10} \cdot 1{,}13 \cdot 10^{-10} = \\ = 2{,}26 \cdot 10^{-10} - 1{,}28 \cdot 10^{-20} \cong 2{,}26 \cdot 10^{-10}, \quad \text{(B.10)}$$

где p — вероятность того, что посадка или высадка закончатся опасным событием, определяемая по формуле (В.9).

Полученное по формуле (В.10) значение вероятности (за интервал времени 1 час) является уровнем риска гибели человека для случая, когда он попадает в зону железнодорожного пути вблизи платформы (строка 1 таблицы В.1).

В.1.6 Сравнительная оценка риска

Сравним уровень риска гибели человека, полученный по формуле (В.10), с допустимым уровнем риска, который получен по формуле (В.6), согласно принципу MEM:

$$P_{\text{г.пасс}} = 2{,}26 \cdot 10^{-10} < 2{,}81 \cdot 10^{-10} = P_{\text{г.пасс.доп}}.$$

Из результата сравнения следует вывод о том, что разрабатываемая система СКПВП обеспечивает требуемый уровень безопасности пассажира при его попадании в зону железнодорожного пути вблизи платформы.

В.2 Пример 1 оценки риска при эксплуатации железнодорожной техники

Рассмотрим оценку риска на примере риска схода железнодорожного подвижного состава. Пусть требуется определить количественную оценку среднегодового уровня риска на основе существующих исходных данных.

В.2.1 Идентификация риска

Сход железнодорожного подвижного состава может возникнуть вследствие различных нарушений состояния инфраструктуры и подвижного состава, внешних воздействий, которые приводят к нарушению нормального контакта колеса и рельса.

В.2.1.1 Причинами (риск-факторами) могут быть:

а) несоблюдение правил текущего содержания железнодорожного пути;

б) несоблюдение правил ремонта железнодорожного подвижного состава;

в) несоблюдение технологии производства маневровой работы;

г) несоблюдение технологии производства поездной работы;

д) излом деталей тележки грузового вагона;

е) нарушение правил погрузки и размещения груза в железнодорожный подвижной состав;

ж) внешние факторы;

и) излом рельса под железнодорожным подвижным составом;

к) нарушение водителем транспортного средства правил дорожного движения на железнодорожном переезде;

л) наезд железнодорожного подвижного состава на посторонний предмет;

м) несоблюдение правил текущего содержания устройств сигнализации, централизации и блокировки;

н) несоблюдение условий эксплуатации железнодорожного подвижного состава и его составных частей.

В.2.1.2 Последствиями от схода являются:

- повреждения инфраструктуры и подвижного состава и соответствующий материальный ущерб;
- нарушение графика движения поездов и соответствующий материальный ущерб от простоя поездов (упущенная выгода), выплаты штрафов за нарушение сроков доставки.

В.2.2 Анализ частот

Статистика по количеству случаев схода железнодорожного подвижного состава (частоте сходов, 1/год) за период 2019—2022 гг. приведена в таблице В.2.

Таблица В.2 — Количество сходов железнодорожного подвижного состава в 2019—2022 гг.[1)]

Величина	Значения			
Год (i)	2019 (1)	2020 (2)	2021 (3)	2022 (4)
Количество сходов n_i	202	184	192	149

[1)] Приведенные значения являются ориентировочными.

В.2.3 Анализ последствий

Статистика по удельному размеру последствий схода железнодорожного подвижного состава (тыс. руб. на одно событие) за период 2019—2022 гг. приведена в таблице В.3.

Таблица В.3 — Удельный размер последствий сходов железнодорожного подвижного состава в 2019—2022 гг.[1)]

Величина	Значения[1)]			
Год (i)	2019 (1)	2020 (2)	2021 (3)	2022 (4)
Удельный размер последствий c_i, тыс. руб.	519,6	193,9	697,6	941,9

В.2.4 Определение критерия риска

Поскольку подходы к установлению допустимого уровня риска не определены существующими нормативными документами, допустимый уровень риска схода железнодорожного подвижного состава может быть установлен, например, на основе анализа статистических данных. Для настоящего примера примем, что допустимый уровень риска имеет значение $R_{доп}$ = 117 000 тыс. руб. за 1 год.

В.2.5 Определение уровня риска

Среднегодовой риск R, связанный со сходом железнодорожного подвижного состава, тыс. руб. (за 1 год), на основе исходных данных, представленных в таблицах В.2 и В.3, определяется по следующей формуле:

$$R = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} n_i \cdot c_i = \tag{В.11}$$

$$= \frac{1}{4}\left(202 \cdot 519{,}6 + 184 \cdot 193{,}9 + 192 \cdot 697{,}6 + 149 \cdot 941{,}9\right) = \frac{414\ 919{,}1}{4} = 103\ 729{,}775,$$

где N — количество интервалов времени для получения среднего (на один интервал) значения риска;

n_i — частота (количество) нежелательного события за i-й (i = 1…N) интервал времени;

c_i — удельный (на одно событие) размер последствий от нежелательного события за i-й (i = 1…N) интервал времени, тыс. руб.

В.2.6 Сравнительная оценка риска

Полученный по формуле (В.11) уровень риска R сопоставляется с допустимым уровнем риска $R_{доп}$ (см. В.2.4) с целью определения приемлемости риска либо с границами нескольких интервалов значений, полученных на основе допустимого уровня риска (с целью определения ранга риска).

В результате сравнения получаем:

$$R = 103\ 729{,}775 < 117\ 000 = R_{доп},$$

откуда следует вывод, что данный риск не является недопустимым (требующим приоритетного незамедлительного снижения).

Для определения ранга (ранжирования) риска необходимо сформировать шкалу риска, для чего следует определить количество составляющих ее областей и задать относительный шаг $K > 1$, который позволит определить отношение граничных значений этих областей к допустимому уровню риска. При этом будем считать, что обязательно существует область недопустимого риска, включающая уровни риска выше установленного допустимого уровня (в соответствии с принципом ALARP, см. приложение А).

Для данного примера количество рангов риска выбрано равным 4 (недопустимый риск — 4, нежелательный риск — 3, допустимый риск — 2, не принимаемый в расчет риск — 1). Уровень $R_{доп}$ является нижней границей области недопустимого риска и верхней границей области нежелательного риска. Нижняя граница области нежелательного риска (и в то же время верхняя граница области допустимого риска) определяется как $R_{доп}/K$. Нижняя граница области допустимого риска (и в то же время верхняя граница области не принимаемого в расчет риска) определяется как $R_{доп}/K^2$. При этом для области недопустимого риска не устанавливается верхняя граница (как и для области не принимаемого в расчет риска не задается нижняя граница).

На практике значение K, как правило, находится в диапазоне 2…10. Примем для данного примера K = 3 и определим границы интервалов для соотнесения с рангами рисков (рисунок В.2):

[1)] При оценке последствий в денежном выражении, основанной на статистике нескольких лет, следует использовать базисный уровень цен.

$R_1 = R_{доп}/K = 117\ 000/3 = 39\ 000$ тыс. руб.;

$R_2 = R_{доп}/K^2 = 117\ 000/9 = 13\ 000$ тыс. руб.

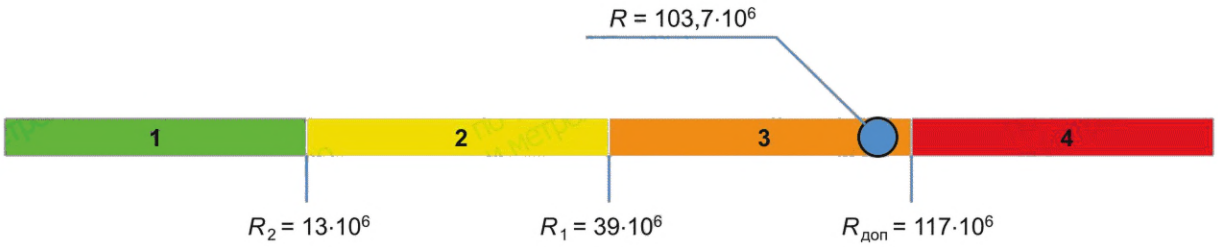


Рисунок В.2 — Пример шкалы риска, включающей 4 ранга

В результате ранжирования рассматриваемый риск имеет ранг 3 (нежелательный).

В.3 Пример 2 оценки риска при эксплуатации железнодорожной техники

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 по путевому хозяйству за один календарный год.

В.3.1 Идентификация риска

Большинство опасных отказов — изломов боковых рам — возникает вследствие усталостных трещин в местах расположения литейных дефектов, что, как правило, приводит к сходу одной или нескольких единиц железнодорожного подвижного состава.

В.3.1.1 Причинами (риск-факторами) могут быть:

- литейные дефекты боковой рамы;
- дефекты конструкции тележки;
- ударные нагрузки на стыках рельсов;
- прохождение тягового тока по боковой раме;
- превышение грузоподъемности (перегруз) вагона.

В.3.1.2 Последствиями от излома боковой рамы, как правило, является сход одной и более единиц подвижного состава:

- с повреждением инфраструктуры и подвижного состава и соответствующим материальным ущербом;
- с нарушением графика движения поездов и соответствующим материальным ущербом от простоя поездов (упущенная выгода), выплатой штрафов за нарушение сроков доставки.

В.3.2 Анализ частот

Количество случаев изломов боковой рамы (частота опасного события, 1/год) за рассматриваемый календарный год равно $n = 20$ ($f = 20$).

Полученный результат сопоставляют с принятыми уровнями частот, пример которых для данного опасного события представлен в таблице В.4.

Таблица В.4 — Принятые уровни частот

Уровень частоты (ранг)	Диапазон значений
Очень высокая	$f \geq 64$
Высокая	$32 \leq f < 64$
Средняя	$16 \leq f < 32$
Низкая	$8 \leq f < 16$
Очень низкая	$4 \leq f < 8$
Крайне низкая	$f < 4$

Согласно принятым уровням частот рассматриваемое событие имеет ранг частоты «средняя».

В.3.3 Анализ последствий

Статистика по размерам последствий от изломов боковых рам тележек вагонов (в МРОТ) по каждому событию в рассматриваемом календарном году приведена в таблице В.5.

Таблица В.5 — Размер последствий от изломов боковых рам тележек вагонов

Номер события	Размер ущерба, МРОТ
1	5,92
2	163,95
3	21,14
4	87,79
5	63,51
6	450,48
7	107,41
8	10,55
9	270,72
10	31,78
11	98,56
12	13,68
13	8,08
14	181,82
15	562,99
16	161,25
17	81,82
18	63,01
19	35,96
20	215,56

По данным таблицы В.5 на основе формулы (1) определяют средний размер ущерба на один излом боковой рамы C, МРОТ:

$$C = \frac{R}{f} = \frac{\sum_{j=1}^{n} c_j}{n} = \frac{5,92 + 163,95 + 21,14 + ... + 215,56}{20} \cong \frac{2636}{20} = 131,8, \quad (В.12)$$

где c_j — размер ущерба, МРОТ, от j-го события (см. таблицу В.5);

n — количество событий (частота, 1/год).

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

Таблица В.6 — Принятые уровни тяжести последствий

Уровень тяжести последствий (ранг)	Диапазон значений, МРОТ
Катастрофический	$C \geq 480$
Критический	$120 \leq C < 480$
Несущественный	$30 \leq C < 120$
Незначительный	$C < 30$

В соответствии с принятыми уровнями тяжести последствий ущерб от рассматриваемого события имеет ранг «критический».

В.3.4 Определение критерия риска

Поскольку подходы к установлению допустимого уровня риска не определены существующими нормативными документами, допустимый уровень риска, связанного с изломом боковой рамы тележки вагона, может быть установлен на основе анализа статистических данных. Для настоящего примера примем, что допустимый уровень риска имеет значение $R_{доп}$ = 15 360 МРОТ за 1 год.

В.3.5 Определение уровня риска

Риск R, связанный с изломом боковой рамы тележки вагона, МРОТ (за 1 год), на основе исходных данных, представленных в В.3.2 и В.3.3, определяется по следующей формуле:

$$R = f \cdot C = 20 \cdot 131{,}8 = 2636, \qquad (В.13)$$

где f — частота (количество) нежелательного события за рассматриваемый интервал времени;

C — удельный (на одно событие) размер последствий от нежелательного события за рассматриваемый интервал времени, МРОТ.

В.3.6 Сравнительная оценка риска

Полученный по формуле (В.13) уровень риска R сопоставляется с допустимым уровнем риска $R_{доп}$ (см. В.3.4) с целью определения приемлемости риска либо с границами нескольких интервалов значений, полученных на основе допустимого уровня риска (с целью определения ранга риска).

В результате сравнения получаем:

$$R = 2636 < 15\,360 = R_{доп},$$

откуда следует вывод, что данный риск не является недопустимым (требующим приоритетного незамедлительного снижения).

Для определения ранга (ранжирования) риска необходимо сформировать шкалу риска, для чего следует определить количество составляющих ее областей и задать относительный шаг $K > 1$, который позволит определить отношение граничных значений этих областей к допустимому уровню риска.

Для данного примера количество рангов риска выбрано равным 4: недопустимый риск — 4, нежелательный риск — 3, допустимый риск — 2, не принимаемый в расчет риск — 1.

Примем для данного примера $K = 8$ и определим границы интервалов для соотнесения с рангами рисков:

$$R_1 = R_{доп}/K = 15\,360/8 = 1920 \text{ МРОТ};$$

$$R_2 = R_{доп}/K^2 = 15\,360/64 = 240 \text{ МРОТ}.$$

Матрица рисков для данного примера показана на рисунке В.3.

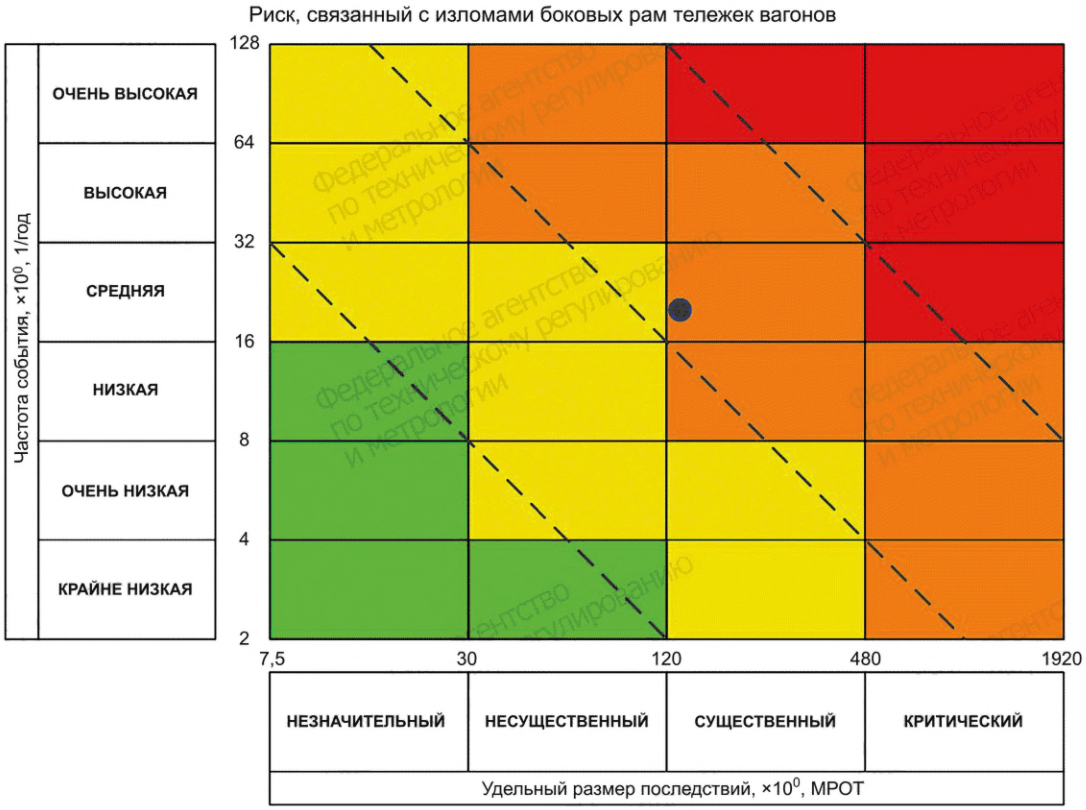


Рисунок В.3 — Матрица рисков

Примечания

1 Вспомогательные штриховые наклонные линии на матрице рисков соответствуют уровням риска $R_{доп}$ (верхняя), R_1 (средняя) и R_2 (нижняя).

2 Для корректной визуализации результатов сравнительной оценки риска на данной матрице рисков принят относительный шаг шкалы последствий в 2 раза больше, чем у шкалы частот; произведение этих относительных шагов равно масштабному коэффициенту шкалы рисков K (для показанной на рисунке В.3 матрицы рисков, относительный шаг шкалы частот равен 2, шкалы последствий — 4, при этом $K = 8$).

В результате ранжирования рассматриваемый риск имеет ранг 3 (нежелательный), поскольку значение $R = 2636$ находится между R_1 и $R_{доп}$.

Библиография

[1] ISO 31000:2018 — Risk management — Guidelines (Менеджмент риска. Руководство)

[2] IEC 31010:2019 — Risk management — Risk assessment techniques (Менеджмент риска. Методы оценки риска)

[3] EN 50126-1:2017 — Railway Applications — The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) — Part 1: Generic RAMS Process [Железные дороги. Спецификация и демонстрация безотказности, готовности, ремонтопригодности и безопасности (RAMS). Часть 1. Общий процесс RAMS]

[4] EN 50126-2:2017 — Railway Applications — The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) — Part 2: Systems Approach to Safety [Железные дороги. Спецификация и демонстрация безотказности, готовности, ремонтопригодности и безопасности (RAMS). Часть 2. Системный подход к безопасности]

[5] ISO/IEC 27005:2022 — Information security, cybersecurity and privacy protection — Guidance on managing information security risks (Информационная безопасность, кибербезопасность и защита конфиденциальности. Руководство по управлению рисками информационной безопасности)

[6] ISO 31073:2022 — Risk management — Vocabulary (Менеджмент риска. Словарь)

УДК 625:629:51-74:006.352 МКС 45.020

Ключевые слова: железнодорожная техника, риск, безопасность, управление, оценка, анализ, частота, последствие

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 19.03.2026. Подписано в печать 09.04.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 3,78.

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

gost.e-ecolog.ru