ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72192— 2025 (ИСО 17776:2016)

Нефтяная и газовая промышленность

СООРУЖЕНИЯ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫЕ МОРСКИЕ

Управление опасностями крупных аварий при проектировании

(ISO 17776:2016, Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Major accident hazard management during the design of new installation, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» на основе официального перевода на русский язык англоязычной версии указанного в разделе 4 стандарта, который выполнен Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 23 «Нефтяная и газовая промышленность»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 июля 2025 г. № 699-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 17776:2016 «Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Менеджмент риска крупных аварий на стадии проектирования новых установок» (ISO 17776:2016 «Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Major accident hazard management during the design of new installation», MOD) путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту.

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 17776—2012

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

© ISO, 2016
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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, определения и сокращения 3
3.1 Термины и определения 3
3.2 Сокращения 6
4 Краткое описание процесса управления опасностями крупных аварий 6
4.1 Общие положения 6
4.2 Обязательства по управлению проектом 7
4.3 Ответственность руководителей проекта 8
4.4 План управления опасностями крупных аварий 8
4.5 Цели управления опасностями крупных аварий 8
4.6 Выбор методов анализа опасностей и оценки риска 8
4.7 Применение наилучшей практики проектирования 9
4.8 Документирование 9
4.9 Управление мероприятиями 10
4.10 Управление изменениями 10
5 Управление опасностями крупных аварий на этапе проектирования 11
5.1 Общие положения 11
5.2 Основные понятия 12
6 Стадия разработки концепции 14
6.1 Общие положения 14
6.2 Цели управления опасностями МА 15
6.3 Функциональные требования к процессу управления опасностями МА 16
7 Стадия разработки предпроектной и проектной документации 17
7.1 Общие положения 17
7.2 Цели управления опасностями МА 18
7.3 Функциональные требования к процессу управления опасностями МА 19
8 Стадия разработки рабочей документации и этап строительства 21
8.1 Общие положения 21
8.2 Цели управления опасностями МА 22
8.3 Функциональные требования к процессу управления опасностями МА 22
9 Управление опасностями крупных аварий при эксплуатации 24
9.1 Общие положения 24
9.2 Цели управления опасностями МА 25
9.3 Функциональные требования к процессу управления опасностями МА 25
Приложение А (справочное) Пример схемы поддержки принятия решений по рискам 28
Приложение В (справочное) План управления опасностями крупных аварий 29
Приложение С (справочное) Методы идентификации и анализа опасностей и оценки рисков крупных аварий 38
Приложение D (справочное) Стратегия управления опасностями крупных аварий при проектировании 58
Приложение Е (справочное) Стандарты эффективности систем барьеров безопасности 62
Приложение F (справочное) Управляющие слова HAZID 64
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в применном международном стандарте 79
Библиография 80

Введение

Целью настоящего стандарта является установление положений и предоставление руководства для эффективного управления опасностями крупных аварий (МА) при проектировании морских нефтегазопромысловых сооружений.

Управление опасностями МА включает установление общих положений для идентификации опасностей и оценки рисков МА, определение вероятности их возникновения и возможных последствий, а также разработку соответствующих стратегий управления опасностями МА и мер для их снижения.

В настоящем стандарте рассмотрен процесс управления опасностями МА на всех стадиях проектирования морских нефтегазопромысловых сооружений — начиная со стадии разработки концепции и заканчивая стадией эксплуатации, за исключением управления опасностями на стадии ликвидации.

В приложении С также приведены методы, используемые для идентификации опасностей и оценки рисков крупных аварий, применительно к разным этапам проекта.

Дополнительная информация и методические указания по использованию положений настоящего стандарта приведены в приложениях А—F.

В целях улучшения понимания пользователями некоторых положений настоящего стандарта, а также для учета требований российских нормативных правовых актов, нормативно-технических документов и отечественной специфики проектирования, строительства и эксплуатации морских нефтегазопромысловых сооружений в его текст внесены изменения и дополнения, выделенные курсивом.

В разделе 3 «Термины и определения» изменен порядок терминологических статей, термины приведены в алфавитном порядке в соответствии с положениями ГОСТ 1.5.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нефтяная и газовая промышленность

СООРУЖЕНИЯ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫЕ МОРСКИЕ

Управление опасностями крупных аварий при проектировании

Petroleum and natural gas industry. Offshore production installations. Major accident hazard management during the design of new installations

Дата введения — 2026—03—31

1 Область применения

Настоящий стандарт содержит описание процесса управления опасностями крупных аварий на морских нефтегазопромысловых сооружениях (МНГС) на стадии их проектирования. В стандарте приведены положения по разработке проектных решений для предупреждения и ограничения возможных последствий крупных аварий, которые могут оказывать существенное воздействие собственно на МНГС, персонал и окружающую среду. Также в разделе 10 содержится описание процесса управления опасностями крупных аварий в процессе эксплуатации МНГС.

Настоящий стандарт применим при проектировании:

- стационарных МНГС;
- плавучих установок для добычи, хранения и отгрузки продукции, применяемых в нефтегазовой промышленности.

Настоящий стандарт распространяется на проектирование новых МНГС, однако его положения также применимы при реконструкции и техническом перевооружении действующих МНГС.

Настоящий стандарт не распространяется на проектирование морских передвижных установок в соответствии с их определением в настоящем стандарте, а также систем подводной добычи. Тем не менее необходимо принимать во внимание воздействие морских передвижных установок и систем подводной добычи на МНГС в том случае, когда это может привести к крупным авариям.

Настоящий стандарт не предназначен для подтверждения соблюдения требований [*1*].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ EN 614-2 Безопасность машин. Эргономические принципы проектирования. Часть 2. Взаимосвязь между конструкцией машин и рабочими заданиями

ГОСТ EN 894-1 Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 1. Общие руководящие принципы при взаимодействии оператора с индикаторами и органами управления

ГОСТ EN 894-3 Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 3. Органы управления

ГОСТ EN 1005-4 Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 4. Положение тела при работе с машинами и механизмами

Издание официальное

ГОСТ EN 1005-5 Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 5. Оценка риска для движений оператора, повторяющихся с высокой частотой

ГОСТ Р 27.012 (МЭК 61882:2016) Надежность в технике. Анализ опасности и работоспособности (HAZOP)

ГОСТ Р 27.302 Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей

ГОСТ Р 27.303 (МЭК 60812:2018) Надежность в технике. Анализ видов и последствий отказов

ГОСТ Р 54483—2021 (ИСО 19900:2013) Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Общие требования

ГОСТ Р 55311 Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Термины и определения

ГОСТ Р 55998 Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Эвакуационные пути и временные убежища. Основные требования

ГОСТ Р 57288/EN 614-1:2006 Принципы эргономического проектирования машин и оборудования. Часть 1. Терминология и основные принципы

ГОСТ Р 57611—2017 (ИСО 11428:1996) Эргономика. Сигналы опасности визуальные. Общие требования, проектирование и испытания

ГОСТ Р 58217 Нефтяная и газовая промышленность. Арктические операции. Эвакуация и спасание персонала морских платформ. Общие положения

ГОСТ Р 58771 Менеджмент риска. Технологии оценки риска

ГОСТ Р 70841 (ИСО 14224:2016) Нефтяная и газовая промышленность. Сбор и обмен данными по надежности и техническому обслуживанию

ГОСТ Р ИСО 7250-1 Эргономика. Основные антропометрические измерения для технического проектирования. Часть 1. Определения и основные антропометрические точки

ГОСТ Р ИСО 9241-210 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 210. Человекоориентированное проектирование интерактивных систем

ГОСТ Р ИСО 9241-920 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 920. Руководство по проектированию осязательного взаимодействия

ГОСТ Р ИСО 9355-1 Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком

ГОСТ Р ИСО 11064-1 Эргономическое проектирование центров управления. Часть 1. Принципы проектирования

ГОСТ Р ИСО 11064-2 Эргономическое проектирование центров управления. Часть 2. Принципы организации комплексов управления

ГОСТ Р ИСО 11064-3 Эргономическое проектирование центров управления. Часть 3. Расположение зала управления

ГОСТ Р ИСО 11064-4 Эргономическое проектирование центров управления. Часть 4. Расположение и размеры рабочих мест

ГОСТ Р ИСО 11064-5 Эргономическое проектирование центров управления. Часть 5. Дисплеи и элементы управления

ГОСТ Р ИСО 11064-6 Эргономическое проектирование центров управления. Часть 6. Требования к окружающей среде

ГОСТ Р ИСО 11064-7 Эргономическое проектирование центров управления. Часть 7. Принципы верификации и валидации

ГОСТ Р ИСО 14001 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению

ГОСТ Р ИСО 14122-1 Безопасность машин. Средства доступа к машинам стационарные. Часть 1. Выбор стационарных средств доступа между двумя уровнями

ГОСТ Р ИСО 14122-2 Безопасность машин. Средства доступа к машинам стационарные. Часть 2. Рабочие площадки и проходы

ГОСТ Р ИСО 14122-3 Безопасность машин. Средства доступа к машинам стационарные. Часть 3. Лестницы и перила

ГОСТ Р ИСО 14122-4 Безопасность машин. Средства доступа к машинам стационарные. Часть 4. Лестницы вертикальные

ГОСТ Р ИСО 31000 Менеджмент риска. Принципы и руководство

ГОСТ Р ИСО 31073 Менеджмент риска. Словарь

ГОСТ Р МЭК 61078 Надежность в технике. Структурная схема надежности

ГОСТ Р МЭК 61165 Надежность в технике. Применение марковских методов

ГОСТ Р МЭК 61508-6 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 6. Руководство по применению ГОСТ Р МЭК 61508-2 и ГОСТ Р МЭК 61508-3

ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018 Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 1. Термины, определения и технические требования

ГОСТ Р МЭК 61511-2 Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 2. Руководство по применению МЭК 61511-1

ГОСТ Р МЭК 61511-3 Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 3. Руководство по определению требуемых уровней полноты безопасности

ГОСТ Р МЭК 62502 Менеджмент риска. Анализ дерева событий

СП 1.13130 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ Р МЭК 61511-1, ГОСТ Р 55311*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **аварийное реагирование** (emergency response): Действия, осуществляемые персоналом на морском нефтегазопромысловом сооружении или за его пределами, направленные на ограничение последствий крупной аварии или ее ликвидации.

3.1.2 **барьер безопасности** (barrier): Защитные мероприятия или средства контроля, функционально сгруппированные с целью предотвращения крупных аварий или уменьшения их последствий.

Примечания

1 Барьеры безопасности подразделяют на технические и организационные.

2 Технические барьеры безопасности — это инженерно-технические системы, предназначенные для предотвращения крупных аварий и ограничения их возможных последствий.

3 Организационные барьеры безопасности — это действия персонала, направленные на предотвращение крупных аварий и ограничение их возможных последствий.

3.1.3 **безопасное проектное решение** (inherently safer design): Проектное решение, способствующее предупреждению крупных аварий или снижающее их вероятность.

3.1.4 **вред** (harm): Физический ущерб или урон здоровью, имуществу или окружающей среде.

3.1.5

верификация (verification): Комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта проверки и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость восстановления, усиления, ремонта.

[*ГОСТ Р 58772—2019, пункт 3.9*]

3.1.6 **временное убежище** (temporary refuge): Специальное место на МНГС, в котором персонал защищен от воздействия опасных факторов в течение определенного периода, когда осуществляется анализ ситуации, выполняются действия при чрезвычайной ситуации и происходит подготовка к эвакуации с МНГС.

3.1.7 ***дерево событий*** *(анализ дерева событий); ETA (event tree, event tree analysis, ETA): Древовидная диаграмма, отображающая возможные альтернативные сценарии эскалации опасности, которые могут реализоваться в результате конкретного опасного события.*

Примечание — Анализ дерева событий может быть использован для определения вероятности или частоты возникновения последствий, вызванных опасным событием.

3.1.8 ***дерево отказов*** *(анализ дерева отказов); FTA (fault tree, fault tree analysis, FTA): Древовидная диаграмма, основанная на логическом построении «и/или», обычно применяемая для идентификации альтернативных последовательностей отказов оборудования и ошибок человека-оператора, которые приводят к отказам системы или возникновению опасных событий.*

3.1.9

толерантность к риску (risk tolerance): Готовность организации и заинтересованных сторон понести остаточный риск для достижения своих целей.

Примечание — Толерантность к риску может быть связана с правовыми и регуляторными требованиями.

[*ГОСТ Р ИСО 31073—2024, статья 3.3.28*]

3.1.10 **индивидуальный риск** (individual risk): Вероятность (частота) поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварий.

3.1.11

критерии риска (risk criteria): Условия и факторы, относительно которых оценивается существенность риска.

Примечание 1 Критерии риска основаны на целях, внешней и внутренней среде организации.

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

[*ГОСТ Р ИСО 31073—2024, статья 3.3.6*]

3.1.12 **крупная авария;** МА (major accident; МА): Опасное событие, которое приводит к многочисленным смертельным случаям, или травмам, или значительному повреждению конструкции МНГС, систем и оборудования, или к масштабному воздействию на окружающую среду.

Примечания

1 В настоящем стандарте под МА понимается реализация последствий МА.

2 Под масштабным воздействием на окружающую среду подразумевается неустранимый или значительный вред для окружающей среды, который может привести к потере возможности использования в коммерческих или рекреационных целях, к потере природных ресурсов на значительной территории или к такому существенному ущербу для окружающей среды, который потребует принятия масштабных мер для восстановления возможности ее полезного использования.

3.1.13 **морская передвижная установка;** МПУ (mobile offshore unit): Установки, включая буровые суда с оборудованием для бурения подводных скважин и передвижные платформы, предназначенные для целей, отличных от добычи и хранения углеводородного сырья.

3.1.14 **место сбора** (muster area): Специально отведенное место, в которое должен направляться персонал МНГС в случае чрезвычайной ситуации для последующей эвакуации.

3.1.15

окружающая среда (environment): Совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.

[*[2], статья 1*]

3.1.16

опасное событие (hazardous event): Ситуация, возникающая при реализации опасности.

Пример — Волны, воздействующие на морское нефтегазопромысловое сооружение, айсберг, воздействующий на морское нефтегазопромысловое сооружение, чрезмерный вес верхнего строения, добавленный к морскому нефтегазопромысловому сооружению, навал судов, оползень вблизи от якорей (свай).

[*ГОСТ Р 54483—2021, пункт 3.32*]

3.1.17 **опасность** (hazard): Источник потенциального вреда.

3.1.18

оставление (escape): Комплекс мероприятий, выполняемых персоналом на морском нефтегазопромысловом сооружении, направленных на организованное самостоятельное движение за его пределы без намерения вернуться, когда морскому сооружению грозит неминуемая гибель.

[*Адаптировано из ГОСТ Р 58217—2018, пункт 3.1.4*]

3.1.19 **главная опасность** (major hazard): Опасность, которая в случае реализации может привести к крупной аварии.

3.1.20 **пути эвакуации** (escape route): Пути на морском нефтегазопромысловом сооружении, ведущие к местам сбора, временному убежищу, к местам посадки в средства эвакуации/оставления сооружения.

3.1.21

риск (risk): Влияние неопределенности на достижение поставленных целей.

Примечание 1 — Под влиянием неопределенности понимается отклонение от ожидаемого результата. Оно может быть положительным и/или отрицательным, может создавать или приводить к возникновению возможностей и угроз.

Примечание 2 — Цели могут иметь различные аспекты и категории и определяться на различных уровнях.

Примечание 3 — Риск часто выражается через его источники, потенциальные события, их последствия и вероятность.

[*ГОСТ Р ИСО 31073—2024, статья 3.1.1]*

3.1.22 **стандарт эффективности** (performance standard): Перечень требуемых характеристик системы, элемента оборудования или процедуры, которые используют в качестве основы для управления опасностями крупных аварий на протяжении срока службы морских нефтегазопромысловых сооружений.

Примечание — Стандарт эффективности технических средств распространяется на функциональность, надежность, неуязвимость и независимость барьеров безопасности в условиях чрезвычайных ситуаций.

3.1.23

управление изменениями (change management, management of change): Совокупность процессов, включающих идентификацию, фиксацию, одобрение или отклонение и управление внесением изменений в базовые планы проекта.

Примечания

1 К управлению изменениями также относятся регистрация, оценка, принятие решения, документирование и управление реализацией изменений в проекте по отношению к действовавшему до этого момента плану.

2 Причины внесения изменений могут вытекать, например, из менеджмента договоров, менеджмента работы с заинтересованными лицами или менеджмента хода реализации процесса.

[*ГОСТ Р 56715.5—2015, статья 3.6*]

3.1.24 ***управление опасностью*** *(hazard management): Действия, направленные на ограничение степени и/или продолжительности опасного события с целью предотвращения его эскалации.*

3.1.25

управляющее слово (guide word): Слово или фраза, которые выражают и определяют определенный тип отклонения от замысла проекта.

[*ГОСТ Р 27.012—2019, пункт 3.1.6*]

3.1.26

эвакуация (evacuation): Комплекс мероприятий, выполняемых персоналом на морской платформе, направленных на организованное самостоятельное движение за пределы морской платформы и предполагающих дальнейшее возвращение после устранения риска для жизни и здоровья персоналу.

[*ГОСТ Р 70831—2023, пункт 3.25*]

3.1.27

эргономика (ergonomics): Научная дисциплина, изучающая взаимодействие человека и других элементов системы, а также сфера деятельности по применению теории, принципов, данных и методов этой науки для обеспечения благополучия человека и оптимизации общей производительности системы.

[*ГОСТ Р 57276—2016, статья 2.1*]

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

ВУ — временное убежище;

КИПиА — контрольно-измерительные приборы и автоматика;

МНГС — морское нефтегазопромысловое сооружение;

C&E — диаграмма причинно-следственных связей (cause & effect chart);

CFD — вычислительная гидродинамика (computational fluid dynamics);

BLEVE — взрыв расширяющихся паров кипящей жидкости (boiling liquid expansion vapour explosion);

EBS — иерархический перечень оборудования (equipment breakdown structure);

EER — покидание, эвакуация и спасание (escape, evacuation and rescue);

ESD — аварийный останов (emergency shutdown);

FBD — функциональная блок-схема (functional block diagram);

FMECA — анализ видов, последствий и критичности отказов (failure modes and criticality analysis);

HAZID — идентификация источников опасности (hazard identification study);

HAZOP — исследование опасности и работоспособности (hazard and operability study);

ISD — безопасное проектное решение (inherently safer design);

JHA — анализ безопасности работ (job hazard analysis);

LOPA — анализ уровней защиты (layer of protection analysis);

MA — крупная авария (major accident);

MOC — управление изменениями (management of change);

P&ID — принципиальная схема системы (process and instrument diagram);

PFD — вероятность отказа при запросе (probability of failure on demand);

RBD — структурная схема надежности (reliability block diagram);

SIF — функция безопасности приборных систем (safety instrumented function);

SIL — уровень полноты безопасности (safety integrity level);

SIS — приборная система безопасности (safety instrumented system);

TMEL — целевое снижение уровня риска (target mitigated event level);

QRA— количественная оценка риска (quantitative risk analysis).

4 Краткое описание процесса управления опасностями крупных аварий

4.1 Общие положения

Процесс управления опасностями МА должен соответствовать принципам, указанным в *ГОСТ Р ИСО 31000*, а также включать:

- определение внешней и внутренней среды до начала выполнения любого элемента процесса;

- обновление внешней и внутренней среды на протяжении всего процесса.

Примечание — В ГОСТ Р ИСО 31073 под внешней средой понимаются внешние условия, в которых организация стремится достичь своих целей. К внешней среде относят факторы, связанные с культурной, социальной, политической, правовой, регулятивной, экономической, природной сферой на международном, национальном и региональном уровнях, взаимоотношения с внешними заинтересованными сторонами. Под внутренней средой понимаются цели и стратегии организации, ее стандарты, руководящие принципы и культура, договорные отношения, ресурсы и компетенции.

При определении среды в целях управления опасностями МА необходимо учитывать опыт других организаций, акты технического расследования причин аварии, так как это позволяет идентифицировать дополнительные опасности, разрабатывать и реализовывать дополнительные мероприятия по их предотвращению или ликвидации, а также указывать на недостаточность мер, реализуемых в рамках данного процесса.

Процесс управления опасностями МА необходимо внедрять на всех этапах проектирования, анализируя проекты в процессе их разработки и изменяя в соответствии с принятыми стратегиями.

Изменения (реконструкции, технические перевооружения) действующего МНГС должны проводиться в рамках соответствующей процедуры МОС. Для оценки возможного влияния указанных изменений на вероятность МА необходимо четкое понимание существующих опасностей МА, а также опасностей МА, возникающих в результате данных изменений. Также необходимо понимать эффективность текущих стратегий управления существующими опасностями МА, чтобы не допустить отмены или изменения проектных решений, внедренных ранее с целью снижения рисков.

В случае отсутствия принятых стратегий управления опасностями МА необходимо использовать положения настоящего стандарта для идентификации таких опасностей и разрабатывать подходящие стратегии для управления ими.

Результатом данного процесса является принятие мер, необходимых для управления опасностями МА на протяжении всего жизненного цикла МНГС. Для определения наиболее эффективных проектных решений применяется анализ, включающий различные методы для оценки вероятности и последствий каждой идентифицированной опасности МА.

Неотъемлемой частью процесса принятия решений является определение допустимого уровня риска для персонала, окружающей среды и собственно сооружений. Данный процесс предполагает диалог и взаимодействие между заинтересованными сторонами, которые определяют необходимость и возможность внесения улучшений в процесс управления опасностями МА. Пример схемы принятия решений в части управления опасностями МА приведен в приложении А.

4.2 Обязательства по управлению проектом

Руководители проекта должны сформировать среду проекта, т. е. определить ее внешние и внутренние факторы и связанные с ними риски для персонала, сооружений, установок или оборудования, а также окружающей среды на протяжении всего жизненного цикла МНГС.

Для того чтобы обеспечить эффективное внедрение процесса управления всеми возможными опасностями МА, руководители проекта должны:

- определять факторы среды проекта, включая основные цели проекта и ожидания заинтересованных сторон;
- управлять опасностями МА применительно к целям всего проекта и включить заинтересованные стороны в разработку этих целей;
- определять процесс принятия решений в отношении управления опасностями МА, включая лиц, ответственных за принятие решений, и применяемые при этом критерии;
- инициировать формирование проектной команды с четкими ролями и ответственностью за управление опасностями МА, включая ведущих специалистов по дисциплинам;
- обеспечивать проектную команду доступными надежными и достаточными ресурсами в целях достижения целей управления опасностями МА, включая специалистов в области безопасности и других технических дисциплин;
- обеспечивать достаточное количество времени и ресурсов для управления опасностями МА, учитывая цикличную природу данного процесса;
- внедрять проектные решения, разработанные в результате данного процесса, в целях управления всеми возможными опасностями МА;
- определять способ документирования процесса управления опасностями МА и его результатов.

4.3 Ответственность руководителей проекта

Руководители проекта должны нести ответственность за эффективное внедрение процесса управления опасностями МА всеми вовлеченными сторонами, включая подрядчиков по проектированию, поставщиков оборудования и систем, поставщиков услуг. Руководители проекта должны следить за тем, чтобы организации, привлекаемые в рамках договора реализации проекта, понимали весь объем требований, предъявляемых к реализации процесса управления опасностями МА, а также обладали необходимыми компетенциями для выполнения поставленных задач.

Специалисты проектной команды в области промышленной безопасности должны обладать соответствующими компетенциями для определения и инициирования работ и процедур, необходимых для выполнения анализа опасностей МА и оценки рисков. При необходимости для данных видов деятельности могут привлекаться независимые консультанты. Руководители проекта должны разработать техническое задание для выполнения оценки риска и принять решение о том, как следует использовать ее результаты в целях управления опасностями МА.

4.4 План управления опасностями крупных аварий

Процедура управления потенциальными опасностями МА для каждого этапа проекта должна быть реализована в виде плана. План разрабатывают для конкретного проекта, в нем должны быть установлены цели, необходимые для управления всеми возможными опасностями МА. Кроме этого, данный план должен включать все мероприятия, а также последовательность их выполнения для своевременного принятия соответствующих мер при возникновении МА.

План управления опасностями МА необходимо разрабатывать и обновлять в начале каждого нового этапа проекта, при необходимости учитывая новые факты и информацию. Более подробная информация касательно плана управления опасностями МА приведена в приложении В.

4.5 Цели управления опасностями крупных аварий

Руководители проекта при поддержке специалистов по различным дисциплинам должны установить цели управления опасностями МА и критерии допустимости риска применительно к конкретному проекту или сооружению.

Цели управления опасностями МА должны предусматривать:

- устранение или ограничение опасности МА при наличии достаточных оснований;
- проектирование с учетом максимально возможного жизненного цикла МНГС без необходимости значительного объема инспекций, испытаний или технического обслуживания;
- снижение вероятности МА путем оценки всех режимов эксплуатации МНГС, включая прогнозируемые нештатные ситуации и возможность ошибки человека;
- снижение вероятности МА путем обеспечения безопасной эксплуатации, инспекций, испытаний и технического обслуживания МНГС;
- предотвращение эскалации, чтобы незначительные инциденты и аварии не привели к МА;
- ограничение распространения и продолжительности тех МА, которые уже произошли;
- обеспечение безопасности персонала на МНГС во время ликвидации аварии и проведения эвакуации/оставления.

4.6 Выбор методов анализа опасностей и оценки риска

Лицо, ответственное за разработку решений в сфере промышленной безопасности, отвечает за выбор подхода и соответствующих методов анализа опасностей МА и оценки рисков. Выбранные методы должны зависеть от факторов, таких как габариты и сложность МНГС, вероятные опасности МА, тяжесть последствий МА, степень неопределенности, уровень риска, количество персонала, подверженного риску, а также близость экологически уязвимых территорий.

Подход к анализу опасностей МА и оценки рисков может варьироваться в зависимости от сложности технологических процессов на МНГС и от стадии его жизненного цикла на момент проведения анализа:

- для более простых МНГС, например устьевых платформ и малых платформ с минимальной технологией подготовки пластовой продукции, проверочные листы, основанные на предыдущих оценках риска аналогичных сооружений, могут сформировать единый подход к управлению опасностями МА, который основан на соответствии применимым правилам и стандартам;

- новых МНГС, построенных по ранее разработанным проектам, анализ опасностей, выполненный для первоначального проекта, может считаться достаточным при условии, что он соответствует текущим целям, стандартам и критериям, новым знаниям и технологиям и что он в достаточной степени охватывает все значительные отличия, которые влияют на управление опасностями МА (например, окружающая среда, состав флюида, давление на устье скважины). В некоторых случаях ранее выполненные в рамках указанного процесса процедуры могут считаться достаточными или требовать лишь незначительной доработки;

- сложных МНГС, таких как большие добычные платформы со сложным технологическим оборудованием и жилым модулем, в целях управления опасностями МА следует применять методы структурного анализа, чтобы гарантировать, что все опасности МА будут идентифицированы. Также в целях сокращения объема новых необходимых процедур могут быть использованы результаты работ в рамках управления опасностями МА, выполненных ранее для отдельных зон или участков МНГС;

- МНГС, находящихся на ранних стадиях проектирования, оценки обычно менее детализированы, чем на более поздних стадиях проекта.

4.7 Применение наилучшей практики проектирования

Неотъемлемой частью управления опасностями МА является применение проектной командой, генеральными подрядчиками, субподрядчиками и поставщиками общепризнанной наилучшей практики проектирования. Хотя это может быть не указано непосредственно в правилах и стандартах, наилучшая практика проектирования — это общий термин, обозначающий принятые процедуры и методы управления опасностями МА, применяемые компетентными организациями. Наилучшая практика представляет собой сочетание компетенций, внедрения стандартов, как национальных, так и международных, в целях управления опасностями МА, на основе применения приобретенного опыта и в целом осуществление деятельности, направленной на снижение рисков.

4.8 Документирование

4.8.1 Общие положения

Процесс управления опасностями МА, реализуемый в рамках проекта, должен документироваться в целях:

a) разработки стратегий управления опасностями МА, которые будут способствовать снижению риска;

b) подтверждения того, что цели управления опасностями МА и критерии допустимости риска были достигнуты.

4.8.2 Для достижения вышеуказанных целей в разрабатываемых документах необходимо:

a) идентифицировать все возможные опасности МА и оценивать их риски и потенциальные последствия;

b) документировать стратегии управления опасностями МА и обоснование их применения;

c) документировать ключевые решения, принимаемые во время разработки стратегий управления опасностями МА;

d) описывать применяемые методы оценки рисков;

e) вести реестр оцененных, в том числе количественно, рисков, в котором детализируется значимость каждой идентифицированной опасности МА в целях применения данной информации при проектировании;

f) идентифицировать примененные барьеры безопасности (включая безопасные проектные решения ISD) и представлять обоснование их достаточности;

g) определять стандарты эффективности для каждого барьера безопасности (включая ISD);

h) продемонстрировать, что мероприятия по устранению аварийных ситуаций являются надлежащими.

В пакет документации должны быть включены отчеты, которые определяют цели, объем, методы и результаты каждого проводимого анализа или оценки, либо на них должны быть сделаны ссылки. Данные отчеты представляют собой результаты всех официальных мероприятий по идентификации опасностей МА и оценке рисков.

Документация, разрабатываемая в рамках процесса управления опасностями МА, должна пройти экспертизу со стороны руководителей проекта в целях обязательного достижения всех поставленных целей. В первую очередь она предназначена для информирования технического и эксплуатирующего персонала МНГС.

Руководители проекта должны обеспечить эффективное документирование и отслеживание процедур в рамках процесса управления опасностями МА, а также доступ к ним на этапах проектирования и эксплуатации.

4.8.3 **Перечень опасностей крупных аварий**

Перечень опасностей МА следует формировать с целью обобщения следующей информации:

- идентифицированные опасности МА;
- идентифицированные инициирующие механизмы (т. е. виды или причины отказов);
- потенциальные последствия всех возможных опасностей МА, включая возможность эскалации;
- основные безопасные проектные решения;
- технические барьеры безопасности, предусмотренные для уменьшения последствий или распространения МА;
- основные проектные решения для защиты путей эвакуации, временного убежища, мест сбора, эвакуационных средств и связанных с ними несущих конструкций МНГС;
- стандарты эффективности барьеров безопасности и ключевые задачи обеспечения безопасности, необходимые для их поддержания;
- принципы верификации стандартов эффективности барьеров безопасности;
- ссылка на соответствующие отчеты о проведенных исследованиях и оценках.

4.9 Управление мероприятиями

В целях обеспечения эффективного выполнения мероприятий, связанных с формальной деятельностью по экспертизе проектных решений и другими исследованиями, применяется процесс управления мероприятиями.

Данный процесс должен включать, как минимум:

- последовательное и систематическое инициирование и регистрацию мероприятий;
- идентификацию ответственных за мероприятия;
- идентификацию обязанностей и полномочий для верификации выполнения мероприятия или отказа от него.

Положения в отношении управления мероприятиями также должны быть учтены генеральными подрядчиками, подрядчиками и поставщиками, если применимо.

К концу каждой стадии проекта все мероприятия, которые могут быть проведены на этапе проектирования, должны быть завершены в порядке, определенном в рамках процесса управления мероприятиями. Любые мероприятия, которые следует проводить службе эксплуатации, должны быть задокументированы и формально переданы перед началом эксплуатации МНГС.

4.10 Управление изменениями

Должна быть разработана формальная процедура по управлению изменениями, которые могут повлиять на стратегии управления опасностями МА. Хотя детальные требования к процедуре управления изменениями не входят в область применения настоящего стандарта, необходимо, чтобы был определен формальный порядок внесения изменений.

На ранних этапах реализации проекта может быть установлена менее формализированная процедура управления изменениями. Для этого весь проектный персонал должен быть осведомлен о стратегиях управления опасностями МА и стремиться к возможности проведения экспертизы данных стратегий соответствующими техническими специалистами (в том числе специалистами, ответственными за проектирование систем безопасности).

На более поздних этапах реализации проекта, например на стадии разработки рабочей документации и на этапе строительства, должна быть введена формальная процедура управления изменениями. Всеми изменениями, которые оказывают значительное воздействие на стратегии управления опасностями МА, должны управлять в рамках процесса управления изменениями, который включает:

- оценку воздействия предлагаемых изменений на ранее идентифицированные опасности МА;
- идентификацию и анализ новых опасностей МА, возникающих вследствие внесенных изменений;
- оценку того, будут ли технические барьеры безопасности достаточны для поддержания стратегии управления опасностями МА после внесенных изменений;
- определение изменений, необходимых для внесения в стандарты эффективности барьеров безопасности.

5 Управление опасностями крупных аварий на этапе проектирования

5.1 Общие положения

На рисунке 1 приведена схема управления опасностями МА как неотъемлемая часть процесса проектирования МНГС.

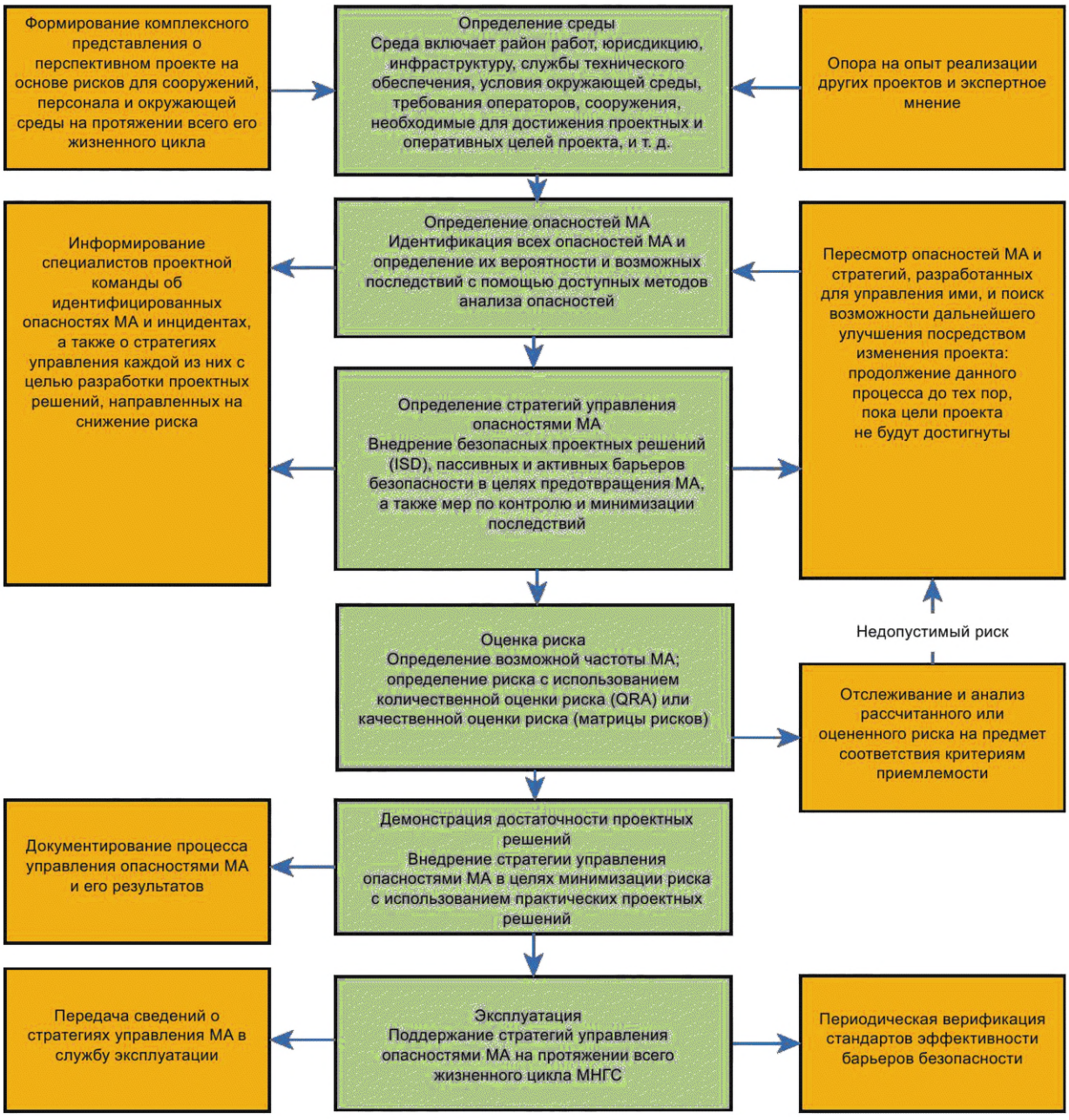


Рисунок 1 — Блок-схема управления опасностями крупных аварий

На ранних стадиях проект характеризуется высоким уровнем неопределенности, когда стратегии управления опасностями МА могут быть в большей части основаны на предыдущем опыте, общих сведениях о МА и на сравнении с аналогичными МНГС. На последующих этапах проекта неопределенность снижается, и стратегии управления опасностями МА необходимо корректировать исходя из полноты доступных исходных данных.

5.2 Основные понятия

5.2.1 Понимание опасностей крупных аварий

Каждую идентифицированную опасность МА необходимо оценить, чтобы иметь четкое понимание вероятности и последствий аварий. Результаты данной оценки следует документировать, чтобы:

a) зафиксировать цель, примененный процесс, привлекаемых специалистов, исходные данные, использованную методологию и результаты;

b) определить:

1) примененные допущения и их обоснованость,

2) степень неопределенности результатов и возможные последствия для проекта,

3) чувствительность результатов к изменениям по ключевым параметрам проекта;

c) зафиксировать действия, определенные в результате проведения каждого исследования или анализа.

При определении методов, применяемых при анализе опасностей МА, должны быть учтены следующие факторы:

- целесообразность в отношении определенных целей, объема оценки и принимаемых решений;
- обоснованность методов и доступность исходных данных. Необходимо использовать общепризнанные методы и модели (см. приложение С);
- влияние человеческого фактора. Анализ человеческого фактора необходимо использовать для идентификации всех разумных улучшений, которые можно внести при проектировании МНГС для усиления организационных барьеров безопасности, снижения вероятности ошибки человека и помощи службе эксплуатации в управлении МНГС. Как минимум должны быть идентифицированы и периодически оценены ключевые задачи обеспечения безопасности, включая оценку последствия ошибок и ненадлежащих действий персонала;
- ограничения в достоверности результатов по причине отсутствия требуемых данных и моделей;
- применение альтернативных подходов (например, экспертных заключений, нерепрезентативных данных и т. д.) с целью компенсировать отсутствие требуемых исходных данных и моделей.

В приложении С представлено описание некоторых методов идентификации и оценки рисков, обычно применяемых при проектировании МНГС.

5.2.2 Безопасные проектные решения

ISD следует применять как в целях предотвращения возможных МА, так и в целях снижения их потенциальных последствий при проектировании МНГС, главным образом на стадии разработки концепции, а также разработки предпроектной и проектной документации. Если крупные аварии невозможно предотвратить, при проектировании необходимо применять пассивные, а не активные меры управления опасностями МА.

Применение ISD подразумевает:

- предотвращение опасностей МА, уменьшение их перечня, частоты их возникновения и/или продолжительности воздействия при проектировании МНГС;
- снижение до минимума объема опасных веществ, частоты или продолжительности их воздействия на персонал;
- замену опасных веществ (материалов) на менее опасные (при этом должен быть достигнут компромисс между безопасностью производства и обеспечением более широкого перечня веществ/материалов и более длительного срока службы оборудования);
- упрощение, например: применение более простого с точки зрения проектирования, строительства и эксплуатации оборудования и технологического процесса, менее подверженного выбросу опасных веществ или взрыву;
- уменьшение сложности оборудования и технологического процесса, предотвращение ошибок в *эксплуатации вследствие отказа, нарушений управления и влияния человеческого фактора.*

5.2.3 Стратегии управления опасностями крупных аварий при проектировании

В целях управления опасностями МА необходимо разработать соответствующие стратегии. Они должны включать подходы, применяемые для управления опасностями МА, а также учитывать следующие факторы, чтобы руководствоваться ими при проектировании и эксплуатации МНГС:

a) природу, масштаб распространения и причины МА;

b) разработанные проектные решения по снижению вероятности инцидентов;

c) разработанные проектные решения по обнаружению и контролю опасных событий и предотвращению или снижению их распространения;

d) разработанные проектные решения по защите персонала и барьеры безопасности, предотвращающие или смягчающие негативные последствия;

e) критические барьеры безопасности в тех местах, где авария может стать причиной эскалации МА;

f) мероприятия по ликвидации аварий, необходимые для того, чтобы персонал мог добраться до места сбора, мероприятия по защите временного убежища и контролируемой эвакуации/оставления без поддержки извне;

g) мероприятия по ликвидации аварий, необходимые для смягчения потенциального загрязнения морской среды;

h) стандарты эффективности технических барьеров безопасности.

Информация по стратегии обеспечения пожаро- и взрывобезопасности приведена в [*3*], а информация по стратегиям аварийного реагирования — в [*4*].

Более подробная информация в части разработки стратегий управления опасностями МА приведена в приложении D.

5.2.4 Барьеры безопасности

Необходимо применять все рациональные варианты предотвращения опасностей МА. Для тех опасностей, которые невозможно предотвратить, стратегия управления должна предусматривать применение барьеров безопасности в целях:

- предотвращения МА или снижения вероятности их возникновения;
- ограничения масштаба или продолжительности реальной МА;
- ограничения воздействия любой потенциальной МА;
- эффективного реагирования в чрезвычайных ситуациях.

Необходимо отдавать предпочтение пассивным техническим барьерам безопасности перед активными техническими барьерами безопасности, которые, в свою очередь, предпочтительнее организационных барьеров безопасности (см. D.2.2).

Для технических барьеров безопасности, которые ограничивают распространение МА, необходимо определить аварийные нагрузки и подтвердить, что указанные барьеры в состоянии выдержать эти нагрузки. При проектировании технических барьеров безопасности предпочтительнее учитывать наиболее консервативную аварийную нагрузку. Однако могут быть применены менее консервативные значения аварийной нагрузки при возможности продемонстрировать, что цели проекта будут достигнуты. В этом случае следует в полном объеме оценить последствия отказа барьера безопасности или его элемента.

Технические барьеры безопасности, предназначенные для предотвращения какой-либо определенной МА, могут влиять на вероятность возникновения и последствия других аварий (например, противопожарные стены/перегородки, предназначенные для ограничения распространения огня, могут ухудшить вентиляцию и повысить вероятность накопления газов и, как следствие, взрыва). Таким образом, при выборе технического барьера безопасности необходимо оценить его полное воздействие, чтобы подтвердить, что применение данного барьера не подвергнет риску общие цели проекта.

Некоторые характеристики барьера безопасности могут зависеть от действий оператора и, таким образом, могут быть подвержены человеческому фактору и потенциальным ошибкам. Это необходимо учитывать при установлении требований проекта, необходимых при применении данного барьера безопасности, а также связанных с этим задач.

Дополнительная информация по барьерам безопасности приведена в D.2.

5.2.5 Стандарты эффективности

5.2.5.1 Общие положения

Стандарты эффективности должны представлять собой однозначные формулировки, устанавливающие минимальные критерии для ключевых параметров каждого технического барьера безопасности.

Стандарты эффективности для каждого барьера безопасности или его элемента должны устанавливать:

a) функцию, т. е. высокоуровневое описание, для чего именно предназначен барьер безопасности или его элемент;

b) объем, т. е. границы барьера безопасности;

c) функциональные требования:

1) определенные критерии, которым должен удовлетворять барьер безопасности для того, чтобы исполнить свою функцию,

2) требуемые доступность и надежность барьера безопасности,

3) тип и существенность МА, при которых барьер безопасности должен устоять и продолжить функционировать.

Соблюдение положений, изложенных в связанных между собой стандартах эффективности, необходимо для поддержания полного функционирования барьера безопасности.

Каждую критическую зависимость или взаимодействие между барьерами безопасности необходимо оценивать для подтверждения того, что указанные зависимость или взаимодействие не представляют опасности для реализации стратегий управления опасностями МА.

Деятельность по обеспечению стандартов эффективности должна быть запланирована при осуществлении всех этапов жизненного цикла МНГС: проектирования, поставки оборудования, строительства, ввода в эксплуатацию.

Более подробная информация по стандартам эффективности барьеров безопасности приведена в приложении Е.

5.2.5.2 Стандарты эффективности при проектировании

Стандарты эффективности при проектировании должны быть разработаны на стадии разработки предпроектной и проектной документации. По мере перехода проекта на следующую стадию действующие стандарты эффективности должны быть актуализированы и дополнены новыми.

Стандарты эффективности при проектировании должны верифицироваться путем ссылки на проектную документацию, исследования по анализу опасностей МА или подвергаться специальной функциональной оценке.

Стандарты эффективности могут допускать ухудшение характеристик оборудования в результате нормальной эксплуатации, предусмотренное его эксплуатационной документацией.

5.2.5.3 Стандарты эффективности при эксплуатации

Все стандарты эффективности должны периодически проходить верификацию, чтобы подтвердить соответствие стратегии управления опасностями МА.

Стандарты эффективности, которые служба эксплуатации должна поддерживать посредством проведения периодических проверок, технического обслуживания и испытаний, должны быть определены в документации, передаваемой оператору.

Стандарты эффективности должны определять частоту верификации с учетом возможности отказа или неисправности барьера безопасности во время эксплуатации. Информация по частоте отказов или неисправностей должна поступать из данных по надежности и отказам оборудования, из данных по опыту эксплуатации или специальной оценки (например, FMECA). Воздействие отказа или неисправности каждого технического барьера безопасности следует оценивать для определения требуемой надежности.

5.2.6 Взаимодействие с группой технической поддержки и службой эксплуатации

Группа технической поддержки и служба эксплуатации на эксплуатируемом объекте несут ответственность за непрерывное техническое обслуживание технических барьеров безопасности непосредственно после его передачи со стороны проектной команды.

Проектные решения, разрабатываемые в целях управления опасностями МА, следует принимать при участии службы эксплуатации и группы технической поддержки. Приоритет должен отдаваться проектным решениям, не оказывающим негативного влияния на срок эксплуатации МНГС.

6 Стадия разработки концепции

6.1 Общие положения

На рисунке 2 приведена блок-схема процесса управления опасностями МА на стадии разработки концепции.

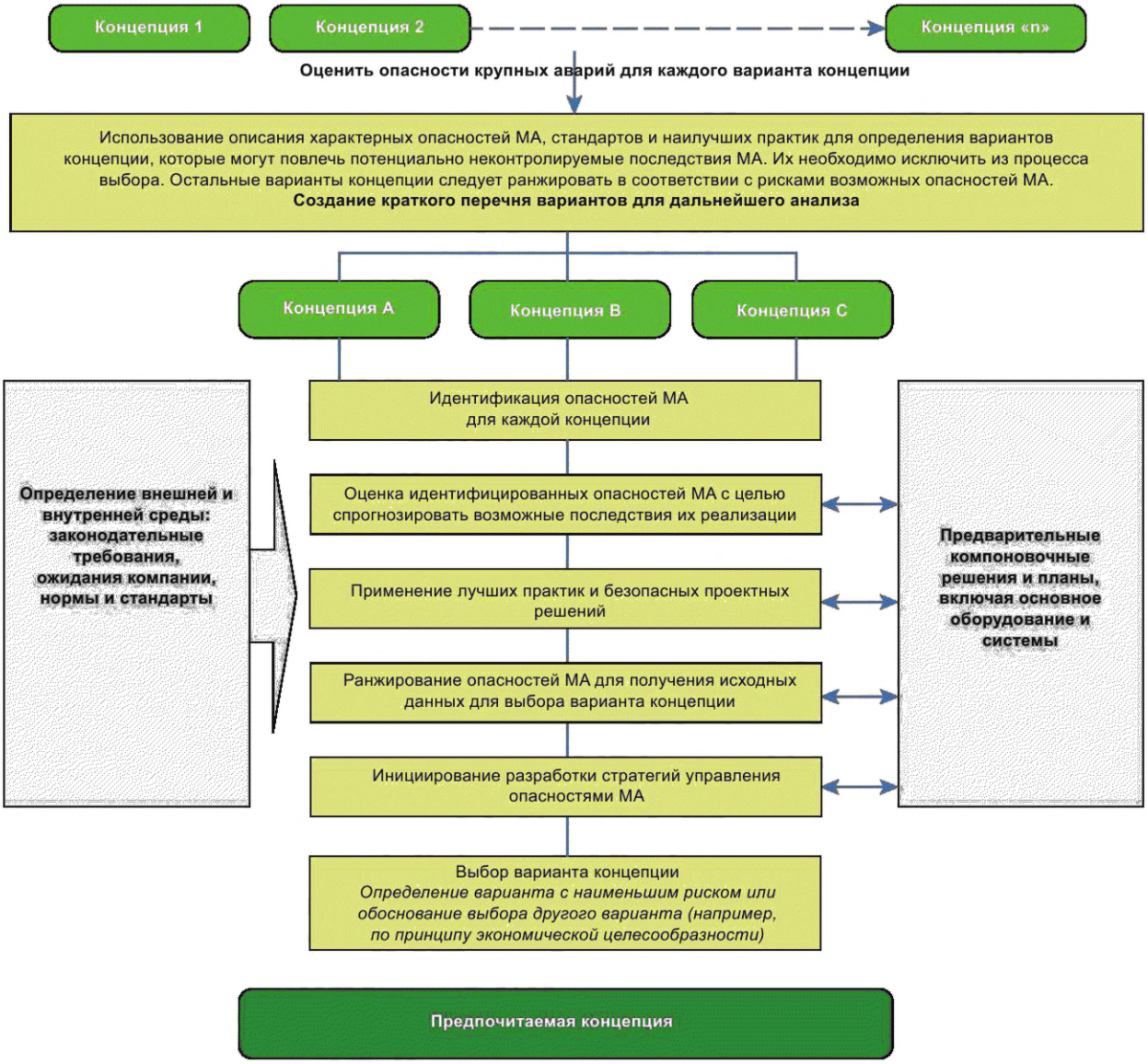


Рисунок 2 — Блок-схема процесса управления опасностями МА на стадии разработки концепции

На практике при выборе варианта концепции для дальнейшей проработки существенными являются многие факторы, включая экономическую эффективность, техническую реализуемость, технический риск и доступность ресурсов. Если для дальнейшей проработки не выбран вариант концепции с наименьшим риском, важно, чтобы руководители проекта понимали потенциальные последствия и разработали подходящие стратегии управления опасностями МА на последующих стадиях проекта. Потенциальные последствия необходимо идентифицировать для рассмотрения на последующих стадиях проекта.

6.2 Цели управления опасностями МА

Цель управления опасностями МА для данного этапа — провести отбор предлагаемых вариантов концепций проекта для предоставления рекомендаций по исключению вариантов с высокими рисками и для ранжирования других вариантов в зависимости от опасностей МА, связанных с каждым вариантом.

Для достижения данной общей цели процесс управления опасностями МА должен:

- идентифицировать характерные опасности МА, связанные с каждым вариантом концепции, и оценивать вероятные последствия;
- определять проектные решения, применение которых может исключить опасности МА или уменьшить их последствия для каждого варианта концепции;

- ранжировать варианты концепций в зависимости от сложностей внедрения эффективных стратегий управления опасностями МА, включающих безопасные проектные решения и барьеры безопасности;

- идентифицировать и исключать варианты концепций, которые, вероятнее всего, не способны достигнуть целей управления опасностями МА.

Кроме того, в кратком перечне вариантов концепции после предварительного отбора должно быть отражено следующее:

a) каждый вариант концепции, включенный в данный перечень, может достичь целей проекта в части управления опасностями МА;

b) идентификация сохраняющихся неопределенностей и любых последующих действий, выполнение которых требуется на следующих стадиях проекта;

c) разработка документации для поддержки решения по выбору варианта концепции.

6.3 Функциональные требования к процессу управления опасностями МА

6.3.1 Выбор концепции

Варианты концепции, отобранные для дальнейшей проработки, должны ограничиваться теми, в которых можно с высокой степенью уверенности эффективно управлять опасностями для персонала, окружающей среды и сооружений на протяжении всего жизненного цикла МНГС. Если неопределенность идентифицирована, это должно быть четко указано в документации по выбору варианта концепции с рекомендуемыми действиями на последующих стадиях проекта.

Если наиболее оптимальный с точки зрения управления опасностями МА вариант концепции не выбран, причины этого должны быть задокументированы вместе с теми вопросами, которые необходимо рассмотреть на последующих стадиях проекта.

6.3.2 Идентификация опасностей

Опасности МА, которые могут повлиять на выбор варианта концепции, необходимо своевременно идентифицировать, чтобы можно было понять и оценить возможные последствия и предложить проектные решения, необходимые для управления опасностями МА.

Наиболее эффективный подход — провести идентификацию источников опасности (HAZID) с привлечением экспертизы и знаний компетентных специалистов по проектированию, строительству и эксплуатации. Как минимум, формальную процедуру HAZID необходимо провести для каждой из концепций из краткого перечня вариантов для дальнейшей проработки.

Необходимо подготовить сводный перечень опасностей МА для каждого варианта концепции, включая причины и последствия в отношении гибели персонала, ущерба для окружающей среды, а также вреда, наносимого репутации компании.

В приложении F приведен развернутый контрольный перечень опасностей в области морской нефтегазодобычи, а также контрольный список источников опасностей и связанных с ними воздействий на окружающую среду и персонал.

6.3.3 Анализ опасностей крупных аварий

Необходимо провести предварительный анализ опасностей МА, идентифицированных для каждого варианта концепции. Данный анализ должен быть основан на общей информации, сравнении с аналогичными объектами и принятых допущениях. Используемые методы анализа должны отражать ограничения в доступных исходных данных для проектирования и фокусироваться на наиболее существенных последствиях МА, используя преимущественно качественную оценку. Для оценки уровня неопределенности и разработки руководящих указаний по принятию решений необходимо применить лучшие практики и здравое суждение.

Если возможные опасности МА не представлены в контрольном перечне опасностей в приложении F или если отсутствует подходящая стратегия управления ими, данный вариант концепции должен быть исключен, кроме тех случаев, когда в ходе дальнейшего анализа или при наличии дополнительных данных станет очевидным, что цели проекта будут достигнуты.

В этом случае необходимо разработать, при возможности, такую стратегию управления опасностями МА, которая будет определять, каким образом будет проведено управление опасностями МА на следующих стадиях проекта, а также включать описание соответствующих барьеров безопасности, разработанных для подобных видов опасностей. Если подходящую стратегию на данном этапе невозможно спрогнозировать, данные варианты концепции следует исключить как потенциально неприемлемые.

6.3.4 Безопасные проектные решения и барьеры безопасности

На данной стадии необходимо определить безопасные проектные решения (ISD), если они способны оказать влияние на отсев вариантов и выбор вариантов концепции.

Для каждого варианта концепции, где существует возможность опасностей МА, не включенных в контрольный перечень опасностей, необходимо оценить возможность эффективного управления ими с помощью соответствующих барьеров безопасности.

Следует оценить возможность внедрения инновационных проектных решений и технологий, чтобы определить их потенциальную пользу и влияние для процесса проектирования и будущей эксплуатации МНГС.

Целесообразно использовать опыт и знания специалистов различных дисциплин для определения безопасных проектных решений или барьеров безопасности, требуемых для оптимального управления опасностями МА.

Для каждого варианта концепции из краткого перечня вариантов для дальнейшей проработки необходимо провести предварительный анализ в целях определения возможности устранения МА или снижения их распространения, а также обеспечения эффективного аварийного реагирования. Целью данного анализа является оптимизация процесса управления опасностями МА для принятия последовательного и сбалансированного решения по выбору концепции.

6.3.5 Стандарты эффективности

Для барьеров безопасности, разрабатываемых для видов опасностей МА, включенных в контрольный перечень (см. приложение F), должны быть определены стандарты эффективности.

Для барьеров безопасности, разрабатываемых для видов опасностей МА, не включенных в контрольный перечень, на данном этапе необходимо установить их специфику и связанную с ними неопределенность и определить предварительные стандарты эффективности, которые будут уточнены на последующих стадиях проекта.

6.3.6 Достаточность мер

На данной стадии должны быть разработаны предварительные стратегии управления всеми вероятными опасностями МА, используя широко распространенные проектные решения. Особое внимание необходимо уделить тем опасностям МА, для которых нельзя определить подходящую стратегию в силу либо недостаточного понимания последствий, либо недоступности соответствующих проектных решений для управления опасностями МА.

Необходимо организовать работу для снижения уровня неопределенности, используя помощь специалистов, до того, как будет принято решение о выборе варианта концепции. Это особенно важно, если имеются значительные неопределенности, связанные с выбранной концепцией.

6.3.7 Документирование

Описание проведенных мероприятий на этапе отбора вариантов концепций и выбора варианта должно быть оформлено документально. Данная документация должна включать:

- идентифицированные опасности МА и результаты предварительной оценки тяжести последствий;
- предварительные стратегии управления опасностями МА;
- описание вариантов концепции, исключенных из-за высокого риска МА или очевидных трудностей в разработке стратегий управления опасностями;
- описание ранжирования вариантов концепции исходя из вероятных опасностей МА;
- идентификацию предпочитаемого варианта концепции с точки зрения управления опасностями МА, с должным обоснованием;
- если предпочитаемый вариант концепции не выбран, следует указать причины, обосновывающие это решение, вместе с идентификацией проблемных вопросов, которые необходимо рассмотреть на последующих стадиях проекта.

7 Стадия разработки предпроектной и проектной документации

7.1 Общие положения

Процесс управления опасностями МА на стадии разработки предпроектной и проектной документации должен быть реализован в соответствии с описанием процесса управления опасностями (см. рисунок 3).

Процесс управления опасностями МА на данной стадии проекта должен включать неоднократно повторяющуюся процедуру анализа опасностей МА и их оценку, идентификацию проектных решений, которые могут способствовать оптимизации процесса управления опасностями МА, проверку эффективности и применимости данных решений.

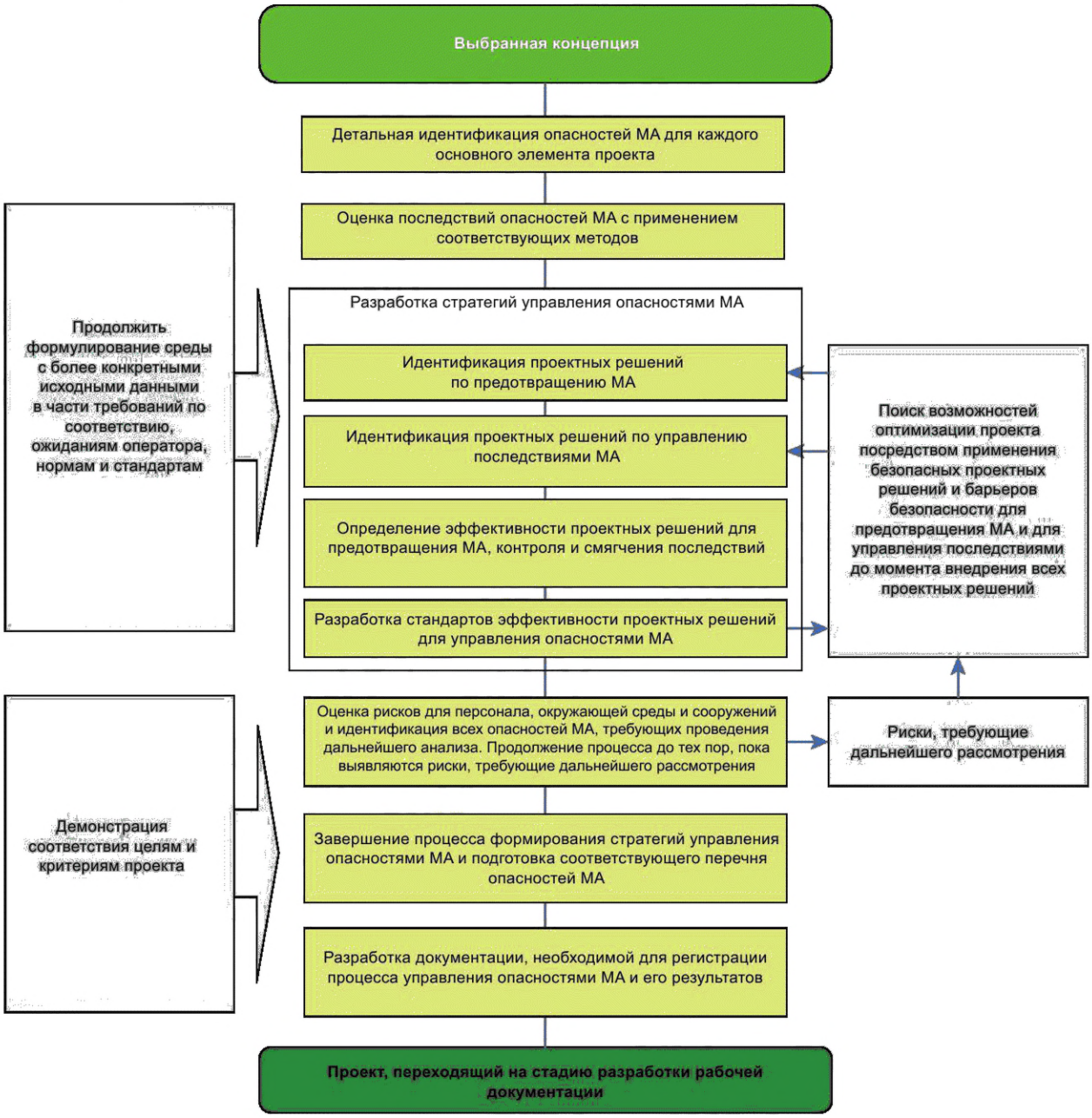


Рисунок 3 — Блок-схема процесса управления опасностями МА на стадии разработки предпроектной и проектной документации

7.2 Цели управления опасностями МА

Основной целью для данной стадии является оптимизация проекта в рамках процесса управления опасностями МА.

7.3 Функциональные требования к процессу управления опасностями МА

7.3.1 Идентификация опасностей

Идентификацию опасностей МА следует проводить во время исследований, проводимых с целью получения исходных данных для следующей стадии, когда уточнение проектных решений еще возможно.

7.3.2 Анализ опасностей крупных аварий

Анализ опасностей МА следует проводить с использованием ряда методов с целью лучшего понимания опасностей и их последствий.

Соответствующие исследования должны проводиться в начале данной стадии проекта в целях внесения изменений в проект, если это необходимо.

Результаты исследований следует применять для разработки безопасных проектных решений и барьеров безопасности, включая:

- оценку их положительных эффектов в рамках процесса управления опасностями и снижения риска;
- идентификацию проектных решений, уязвимых для воздействия МА;
- определение стандартов эффективности барьеров безопасности, необходимых для реализации стратегий управления опасностями МА.

Анализ опасностей МА следует использовать для определения расчетных аварийных нагрузок для технических барьеров безопасности. По возможности предпочтение должно отдаваться проектным решениям, с помощью которых МНГС могут выдержать наиболее неблагоприятные условия. В этом случае необходимо оценить последствия отказа барьеров безопасности, а также их воздействие на цели всего проекта.

Анализ опасностей МА должен включать оценку влияния ненадлежащих действий персонала и возможной ошибки человека на сценарий МА.

Несмотря на повышение надежности результатов анализа, на стадии разработки рабочей документации возможен рост потенциальных последствий аварий, в связи с чем потребуется применение наилучших практик и учет экспертных оценок для прогнозирования изменений в управлении опасностями МА и принятия необходимых допущений.

7.3.3 Оценка рисков

Перед окончанием данной стадии проекта необходимо оценить совокупный риск для персонала, окружающей среды и сооружений, связанный с возможными опасностями МА, включая роль каждой идентифицированной опасности.

Результаты оценки рисков необходимо использовать в сочетании с анализом опасностей, чтобы идентифицировать оставшиеся риски и обеспечивать исходные данные для дальнейших этапов проекта, в частности ISD, технические барьеры безопасности и их стандарты эффективности.

7.3.4 Безопасные проектные решения

Разработку ISD следует продолжать на всем протяжении данной стадии проекта, соответственно должны актуализироваться стратегии управления опасностями МА.

В начале данной стадии безопасные проектные решения включают следующее: габаритные характеристики МНГС и компоновочные решения; пассивные технические барьеры безопасности; прочность конструкции, способной выдержать вероятные нагрузки, возникающие в результате МА; ориентация МНГС для обеспечения оптимальной естественной вентиляции.

Любые безопасные проектные решения, исключенные на стадии разработки концепции, должны быть повторно проанализированы, чтобы подтвердить невозможность их применения в качестве рациональных мер по снижению риска.

При проектировании вспомогательных систем, таких как системы теплоснабжения и кондиционирования, системы энергоснабжения, гидравлические и пневматические системы, также необходимо разработать безопасные проектные решения.

Необходимо разработать стандарты эффективности для тех безопасных проектных решений, которые определены как технические барьеры безопасности и которые необходимо контролировать на протяжении всего жизненного цикла МНГС.

К концу данной стадии все ISD должны быть внедрены, а стратегии управления опасностями МА — определены достаточно детализированно, чтобы гарантировать, что во время разработки рабочей документации не потребуется значительных изменений, за исключением тех случаев, когда имеет место существенное изменение концепции.

7.3.5 Барьеры безопасности

Проектирование барьеров безопасности должно продолжаться на протяжении данной стадии, и соответственно должны разрабатываться стратегии управления возможными опасностями МА.

К концу данной стадии должен быть полностью определен перечень барьеров безопасности, однако на этапе разработки рабочей документации потребуется их более детальная проработка.

7.3.6 Стандарты эффективности

Стандарты эффективности, разработанные на данной стадии, должны представлять собой однозначные формулировки, включающие минимальные ожидаемые характеристики технических барьеров безопасности, которые должны быть отражены в проектной документации. Они должны быть изложены с достаточной детализацией, чтобы гарантировать, что во время разработки рабочей документации не потребуется значительных изменений, за исключением тех случаев, когда имеет место изменение проекта.

Необходимо оценить последствия отказа или неисправности каждого технического барьера безопасности с целью определения требуемых показателей эффективности. Оценка последствий отказа или неисправности технических барьеров безопасности (например, в силу отказа отдельного оборудования) должна быть основана на надежности оборудования и данных по отказам, на опыте эксплуатации или специальной оценке (например, FMECA).

7.3.7 Достаточность мер

Перед окончанием данной стадии необходимо выполнить анализ управления опасностями МА с привлечением специалистов различных дисциплин, чтобы подтвердить, что все возможные опасности МА были идентифицированы и проанализированы. В ходе данного анализа необходимо оценить достаточность внедренных ISD и барьеров безопасности для достижения целей проекта в части управления опасностями МА.

Специалисты в составе мультидисциплинарной команды должны проанализировать следующие аспекты:

- деятельность в рамках процесса управления опасностями МА, осуществляемую до и во время стадии разработки предпроектной и проектной документации;
- каким образом были достигнуты цели управления опасностями МА;
- идентифицированные опасности МА и их потенциальные последствия;
- каким образом осуществляется управление возможными опасностями МА с помощью внедренных проектных решений;
- краткое описание ключевых ISD и барьеров безопасности и их роль в управлении опасностями и аварийном реагировании;
- стандарты эффективности технических барьеров безопасности, установленные на текущий момент, а также их необходимая дальнейшая детализация;
- организационные барьеры безопасности и ожидания в отношении надлежащей работы персонала;
- уровень риска, оцененный или рассчитанный, и прогноз дальнейшего снижения риска на стадии разработки рабочей документации;
- все идентифицированные неопределенности и то, как они будут учтены на последующих стадиях проекта;
- разработку мер аварийного реагирования.

Пристальное внимание необходимо уделить определению ранее не идентифицированных опасностей МА с потенциально тяжелыми последствиями. Это необходимо для обязательного применения всех возможных мер по снижению неопределенности или ограничению тяжести МА.

Результаты обзора должны быть одобрены руководителями проекта; в некоторых случаях в соответствии с действующим законодательством данные результаты должны быть согласованы с соответствующими уполномоченными органами.

7.3.8 Документирование

Документы, разработанные на данной стадии, должны включать доказательства того, что деятельность в рамках управления опасностями МА проводилась в соответствии с утвержденным планом, а все возможные опасности МА были идентифицированы и разработаны эффективные стратегии управления ими.

Основным документом по окончании данной стадии проекта является план мероприятий, которые необходимо выполнить в рамках управления опасностями МА для стадии разработки рабочей документации и этапа строительства.

Данный план должен включать следующее:

- программу проводимых исследований и график разработки рабоче-конструкторской документации;
- данные по проблемным вопросам или неопределенностям для дальнейшей проработки на стадии разработки рабочей документации;

- принципы управления мероприятиями, включая роль подрядчиков;
- схемы верификации, необходимые для подтверждения того, что стандарты эффективности барьеров безопасности реализуются, либо путем отсылки к проектной документации, либо посредством проведения инспекций и испытаний на производственной площадке;
- определение дальнейшей стратегии управления опасностями МА.

8 Стадия разработки рабочей документации и этап строительства

8.1 Общие положения

Управление опасностями МА на стадии разработки рабочей документации и на этапе строительства следует осуществлять в соответствии с процессом, изображенным на рисунке 4.

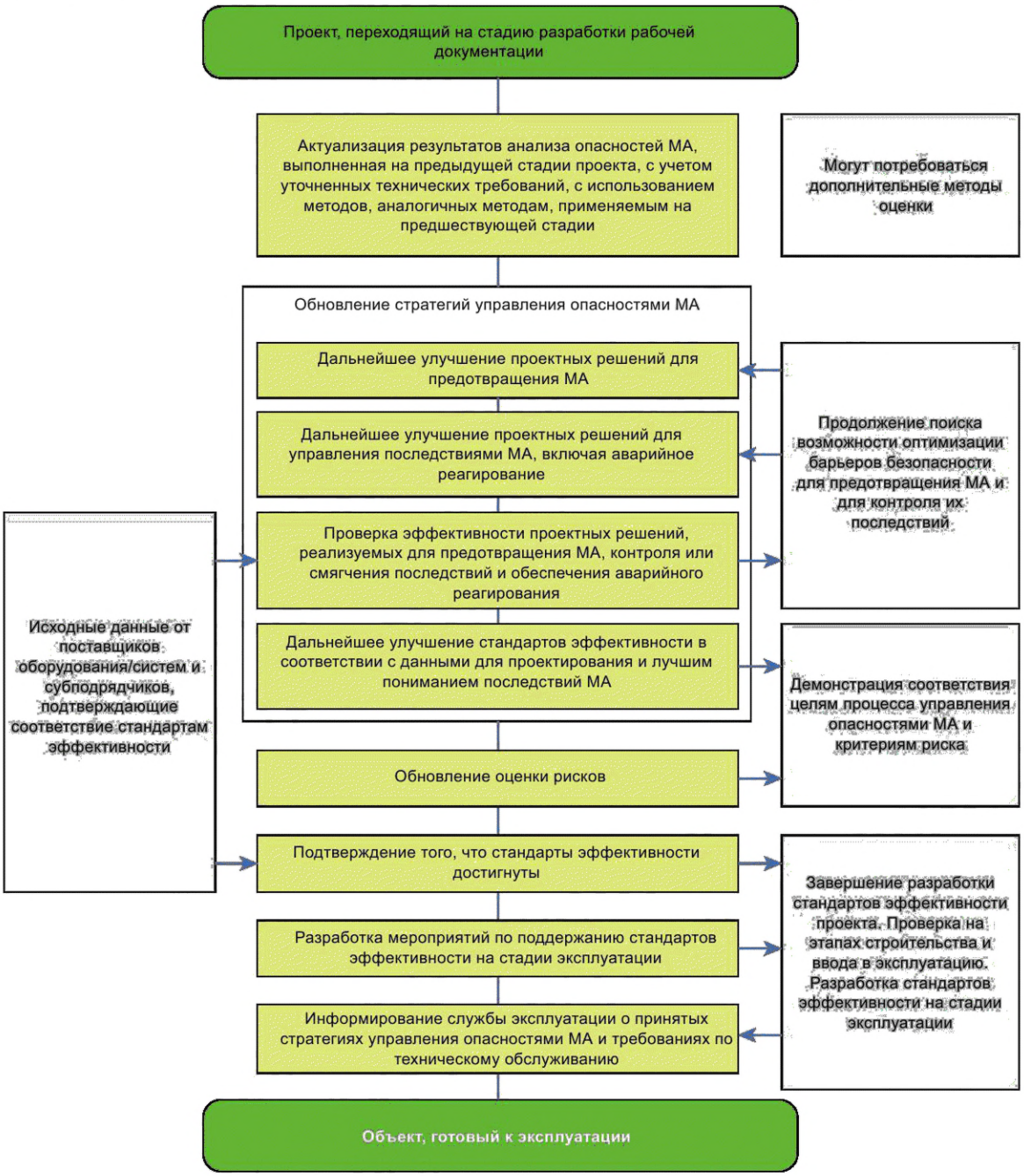


Рисунок 4 — Блок-схема процесса управления опасностями МА на стадии разработки рабочей документации и на этапе строительства

8.2 Цели управления опасностями МА

Основной целью на стадии разработки рабочей документации и этапе строительства является уточнение опасностей МА, определенных на стадии разработки предпроектной и проектной документации, по результатам строительства (например, по результатам поставки оборудования), а также при подготовке МНГС к вводу в эксплуатацию (например, при проведении пусконаладочных работ).

8.3 Функциональные требования к процессу управления опасностями МА

8.3.1 Общие положения

На стадии разработки рабочей документации и на этапе строительства могут быть привлечены один или несколько ключевых подрядчиков, в том числе ответственных за поставку систем или оборудования, имеющих значительное влияние на процесс управления опасностями МА. Условия договоров с привлекаемыми подрядчиками, включая поставщиков оборудования, не должны оказывать влияния на процесс управления опасностями МА. Ответственность подрядчиков в рамках процесса управления опасностями МА должна быть установлена в заключенных с ними договорах, а порядок взаимодействия генерального подрядчика по строительству с остальными подрядчиками должен быть задокументирован и утвержден каждым подрядчиком.

8.3.2 Идентификация опасностей

При внесении в рабочую документацию изменений, связанных с возможностью реализации последствий МА, должны быть идентифицированы опасности и выполнена оценка рисков. Внесенные изменения следует контролировать в рамках процесса управления изменениями.

8.3.3 Анализ опасностей крупных аварий

На этапе окончания разработки рабочей документации, когда определены все характеристики поставленного оборудования и приняты окончательные технические решения, необходимо выполнить анализ опасностей и оценить неопределенности с использованием ряда исследований, рекомендованных для этого этапа работ (см. приложение С).

По завершении строительства следует убедиться в том, что идентифицированные на стадии разработки проектной документации опасности соответствуют реализованным при строительстве МНГС техническим решениям.

8.3.4 Оценка рисков

На данной стадии оценка рисков, выполненная на стадии разработки предпроектной и проектной документации, должна быть актуализирована с учетом данных, полученных на стадии разработки рабочей документации. По результатам анализа опасностей МА и оценки рисков может потребоваться внесение изменений в конкретных аспектах проекта. В связи с этим необходимо выполнить оценку рисков как можно раньше, чтобы результаты проведенного исследования были учтены в процессе разработки рабочей документации.

По завершении строительства следует убедиться в том, что анализы рисков, выполненные на стадии разработки проектной документации, когда моделировались аварии, соответствуют исполнительной документации. При несоответствии исполнительной документации моделям проектной документации анализ рисков в проектной документации подлежит корректировке.

8.3.5 Безопасные проектные решения

На данной стадии объем разработки новых проектных решений, как правило, ограничен. Основное внимание должно быть уделено сохранению эффективности проектных решений, принятых на более ранних стадиях проекта.

Постоянное участие руководителей проектной команды и специалистов разных дисциплин необходимо для поддержания ISD.

8.3.6 Барьеры безопасности

Барьеры безопасности должны актуализироваться с учетом информации, полученной на стадии разработки рабочей документации, включая информацию, полученную от поставщиков оборудования.

На стадии разработки рабочей документации изменения проекта в рамках управления опасностями МА не должны иметь принципиального характера, но при этом барьеры безопасности следует пересматривать с учетом уточнения технических характеристик поставляемого оборудования.

На основе уточненной информации по ходу проектирования и разработки барьеров безопасности необходимо учитывать влияние обновленной информации по последствиям отказа ключевых компонентов или ошибок, вызванных человеческим фактором, на способность барьера безопасности выполнять свои функции.

К концу данной стадии проекта формирование технических барьеров безопасности должно быть завершено, при этом необходимое резервирование или применение ограничений на допущение отказов при МА должно способствовать снижению риска ее возникновения.

8.3.7 Стандарты эффективности

Стандарты эффективности, разработка которых началась на стадии разработки предпроектной и проектной документации, должны быть полностью определены на стадии разработки рабочей документации. Также должны быть определены стандарты эффективности, требующие верификации на этапе поставки оборудования, завершения строительства и ввода в эксплуатацию.

Проектная документация, обеспечивающая верификацию стандартов эффективности, должна актуализироваться, чтобы можно быть отследить основание для каждого технического барьера безопасности и его стандарты эффективности.

Технические барьеры, контроль, испытание и обслуживание которых на протяжении жизненного цикла МНГС должна выполнять служба эксплуатации, следует идентифицировать и документировать. Пакет документации также должен включать руководящие указания на случай отказа или неисправности барьера безопасности.

Более подробная информация о стандартах эффективности барьеров безопасности приведена в приложении Е.

8.3.8 Достаточность мер

На данной стадии необходимо продолжать подтверждение достаточности мер для управления опасностями МА. Если дальнейшие проектные решения в рамках управления опасностями МА определены, но считаются трудно реализуемыми, это должно быть задокументировано наряду с причинами отказа от них.

Строительство, как правило, начинается до окончания стадии разработки рабочей документации. Таким образом, проектные решения в рамках управления опасностями МА должны быть полностью определены до начала соответствующего этапа строительства.

На данном этапе модели, использованные для анализа опасностей и оценки рисков в рамках управления опасностями МА, должны быть верифицированы на предмет идентичности построенному МНГС. Информацию о значительных расхождениях, выявленных на данном этапе, следует направлять руководителям проекта на рассмотрение и согласование с целью устранения выявленных несоответствий.

8.3.9 Перечень опасностей крупных аварий

На стадии разработки рабочей документации перечень опасностей МА должен актуализироваться и отражать уровень детализации по проекту, результаты выполненного анализа МА и перечень реализованных ISD и барьеров безопасности.

8.3.10 Документирование

Документы, разработанные на данной стадии, должны включать подтверждение того, что МНГС готово к передаче в эксплуатацию.

Это означает, что все ключевые элементы управления опасностями МА определены и верифицированы. Если запланированные мероприятия в рамках управления опасностями МА не завершены или исключены, это необходимо задокументировать с подтверждением того, что общие цели управления опасностями МА достигнуты.

8.3.11 Поставка оборудования

Спецификации на поставку оборудования и материалов должны содержать четкое определение требований, включающих ISD, и соответствие стандартам эффективности технических барьеров безопасности. Хотя одни требования могут быть включены в спецификации напрямую, например максимально допустимая интенсивность утечки для клапана, другие требования необходимо изложить в виде перечня мероприятий, которые будут понятны для поставщиков и подрядчиков.

При проведении заводских приемо-сдаточных испытаний необходимо, чтобы в спецификации на поставку оборудования и материалов были включены параметры, определенные для соответствия стандартам эффективности барьеров безопасности.

8.3.12 Строительство, завершение строительства и ввод в эксплуатацию

Подрядчику, осуществляющему строительные работы, должно быть своевременно предоставлено четкое определение ISD, реализуемых на МНГС, и стандартов эффективности барьеров безопасности.

В договорах на строительство, заключенных до того, как такая информация стала доступной, должны быть предусмотрены обязательства о соответствии стандартам ISD со стороны строительного подрядчика.

Верификация соответствия стандартам эффективности должна быть осуществлена посредством проведения инспекций и испытаний, являясь частью процесса ввода в эксплуатацию. Графики проведения инспекций и испытаний должны включать мероприятия, выполнение которых необходимо для проверки соответствия стандартам эффективности объектов на заключительном этапе строительства.

8.3.13 Передача в эксплуатацию

Передача информации службе эксплуатации требуется при подготовке к этапу эксплуатации МНГС. Любые допущения, сделанные во время проектирования о том, как будут эксплуатироваться сооружения, а также ожидания в отношении действий персонала и возможность ошибки в результате человеческого фактора должны быть доведены до службы эксплуатации в такой форме, которая будет способствовать пониманию и использованию этой информации.

Данная информация должна включать в том числе требования по соответствующим периодическим проверкам и испытаниям в рамках управления опасностями МА. Если служба эксплуатации предпочтет изменить эти требования, то стратегии управления опасностями МА должны быть пересмотрены и изменены с учетом данных изменений, при необходимости.

Любой отказ барьеров безопасности необходимо оценить на предмет значимости для управления опасностями МА. Мероприятия, проводимые для восстановления функционирования барьеров безопасности на стадии эксплуатации, не входят в область применения настоящего стандарта.

Необходимо провести анализ любых временных действий, запланированных в предэксплуатационный период или после начала эксплуатации, чтобы определить их влияние на процесс управления опасностями МА (например, установка райзеров после начала добычи). Данный анализ должен включать возможное увеличение риска, связанного со строительством, проведением грузоподъемных операций и с другими опасностями, возникающими вблизи от эксплуатируемого МНГС. Кроме того, выполнение временных действий, вероятно, повлечет за собой увеличение количества персонала на МНГС, что необходимо учитывать в аспекте аварийного реагирования в случае аварии. Результат данного анализа следует использовать при рассмотрении предложений по эксплуатационным ограничениям или дополнительным средствам защиты, при необходимости.

8.3.14 Управление мероприятиями

Мероприятия, относящиеся к этапу проектирования, должны быть завершены до его окончания. Мероприятия, управление которыми должно осуществляться непосредственно службой эксплуатации, должны быть переданы ей как можно раньше. По завершении данного этапа должен быть подготовлен отчет, в котором зафиксированы выполненные мероприятия, отклоненные мероприятия с указанием причины отклонения и любые мероприятия, принятые службой эксплуатации к исполнению.

9 Управление опасностями крупных аварий при эксплуатации

9.1 Общие положения

Управление опасностями МА и разработка мер снижения риска должны быть осуществлены на протяжении всего жизненного цикла МНГС.

Запланированные проверки и испытания должны продолжаться в целях подтверждения выполнения мер в рамках управления опасностями МА, а любые отказы барьеров безопасности или тенденции к снижению показателей эффективности должны регистрироваться. Также необходимо своевременно проводить ремонтные работы для предотвращения значительного увеличения рисков.

Любые изменения в проекте МНГС или режиме его эксплуатации должны оцениваться и управляться в рамках процесса управления изменениями, включая обновление стратегий управления опасностями МА, если требуется.

Полевые данные, необходимые для верификации мер, реализованных в рамках управления опасностями МА, следует собирать и в случае необходимости анализировать для обоснования эффективности проводимых мероприятий в рамках управления опасностями МА.

На рисунке 5 изображена блок-схема процесса управления опасностями МА на этапе эксплуатации.



Рисунок 5 — Блок-схема процесса управления опасностями МА на этапе эксплуатации

9.2 Цели управления опасностями МА

Основной целью на данной стадии является предотвращение роста риска для персонала, окружающей среды и сооружения. Для этого необходимо:

- осуществлять техническое обслуживание барьеров безопасности, чтобы общая суммарная эффективность барьеров безопасности была достаточной для управления рисками;
- избегать прогрессирующего возрастания рисков в результате изменений, вносимых в эксплуатационные параметры барьеров безопасности, или ухудшения их технических характеристик;
- избегать возрастания риска в результате изменений, вносимых в проект МНГС или его эксплуатационные параметры.

Процесс непрерывного улучшения процесса управления опасностями МА не входит в область применения настоящего стандарта.

9.3 Функциональные требования к процессу управления опасностями МА

9.3.1 Управление барьерами безопасности

Управление барьерами безопасности на этапе эксплуатации предусматривает регулярную верификацию стандартов эффективности технических барьеров безопасности, а также проведение необходимых мероприятий для восстановления эффективности барьеров безопасности в случае ее снижения. Указанные проверки и испытания должны осуществляться в соответствии с графиком, разработанным проектной командой, в который могут быть внесены изменения по результатам эксплуатации МНГС, при условии, что это не окажет воздействия на утвержденную стратегию управления опасностями МА.

График периодических инспекций и испытаний барьеров безопасности должен включать:

- периодические инспекции и испытания технических барьеров безопасности, проводимые в соответствии с графиками, а также мероприятия, определенные в рамках процедуры технического обслуживания;
- своевременное техническое обслуживание или ремонтные работы, необходимые для полного восстановления барьера безопасности после неисправности или отказа. Необходимо провести оценку последствий отказа, неисправности, невозможности использования или снижения эффективности барьера безопасности и убедиться в том, что общая эффективность барьера безопасности сохраняется;
- средства определения и документирования постепенных ухудшений эффективности барьеров безопасности, чтобы идентифицировать их потенциальный отказ (постепенные ухудшения — это, например, следующие друг за другом незначительные изменения, происходящие в течение некоторого времени, каждого из которых по отдельности недостаточно для запуска процесса управления изменениями).

Персонал, участвующий в инспекции и техническом обслуживании барьеров безопасности, должен обладать соответствующими компетенциями и понимать роль барьеров безопасности в процессе управления опасностями МА и значимость того, что любое отклонение в показателях эффективности может оказать воздействие на безопасную эксплуатацию МНГС.

9.3.2 Повторное обоснование стратегий управления опасностями крупных аварий

Периодически, но не реже чем один раз в пять лет, следует проводить проверку выполнения стратегий управления опасностями МА. Она должна включать:

- актуализацию перечня опасностей МА для идентификации любых имевших место изменений;
- документирование надежности/доступности технических барьеров безопасности на протяжении указанного периода времени, чтобы идентифицировать оборудование, которое не обладает ожидаемыми характеристиками надежности;
- отражение изменений численности персонала, что приводит к уменьшению или увеличению количества персонала в опасных зонах;
- изменения в составе технологических жидкостей;
- отражение изменений оборудования и объектов, как постоянных, так и временных;
- отражение изменений, воздействующих на организационные барьеры безопасности, возможность ошибки и ожидания в отношении надежной работы персонала.

Результаты данной повторной проверки необходимо использовать для идентификации необходимых изменений в процессе управления опасностями МА, включая стратегию аварийного реагирования, требования к обучению персонала, критически значимое с точки зрения безопасности оборудование, ключевые задачи и мероприятия для обеспечения безопасности, мероприятия для обеспечения механической целостности, режим эксплуатации МНГС.

9.3.3 Ключевые задачи обеспечения безопасности

В рамках управления опасностями МА должны быть определены задачи, необходимые для поддержания стандартов эффективности барьеров безопасности. Данная информация должна учитываться при эксплуатации МНГС, включаться в требования к обучению персонала и его компетенциям и обновляться по мере необходимости, как неотъемлемая часть процесса управления изменениями.

Анализ ключевых задач обеспечения безопасности необходимо выполнять в рамках JHA (см. приложение С).

9.3.4 Временные изменения

Планирование временных изменений должно включать анализ вероятного воздействия изменений на стратегии управления опасностями МА. Значительные временные изменения или операции необходимо анализировать и контролировать, а также управлять ими в рамках процесса управления изменениями.

Примеры временных изменений и их воздействия приведены ниже:

a) установка временного технологического оборудования, которое может:
   1) увеличить риск выброса углеводорода,
   2) увеличить риск воспламенения выбросов углеводорода,
   3) стать препятствием для направления взрывной волны от предохранительных клапанов с разрывной мембраной или путей эвакуации;

b) строительные леса, ограждения и другие временные сооружения, которые могут стать препятствием для естественной вентиляции или заблокировать обзор для средств наблюдения;

c) временные сооружения, которые увеличивают загромождение, что потенциально может увеличить избыточное давление взрыва;

d) временное оборудование и/или сооружения, которые препятствуют доступу к критическому оборудованию КИПиА, аварийному оборудованию;

e) хранение химических веществ, которые являются причиной опасности, не предусмотренной ранее при разработке стратегий управления опасностями МА.

9.3.5 Отсутствие эффективности барьера безопасности

В случае невозможности выполнения своих функций барьерами безопасности и проведения своевременных ремонтных работ необходимо как можно скорее провести оценку возможности выполнения стратегии управления опасностями МА, а именно:

- выполнить требования, указанные в спецификации по стандартам эффективности для этапа эксплуатации;

- если данные требования неприменимы или отсутствуют, оценить последствия отказа и определить, следует ли прекратить эксплуатацию МНГС или продолжить эксплуатацию в ограниченном режиме, пока проводят ремонтно-восстановительные мероприятия;

- уведомить руководство службы эксплуатации и предпринять соответствующие меры по ограничению последствий;

- как можно скорее провести анализ с целью оценки изменений в процессе управления опасностями МА и определить дополнительные меры, которые необходимо принять для снижения любого возросшего риска;

- разработать план мероприятий, включающий изменение стратегий управления опасностями МА, меры, применяемые для ограничения последствий дополнительного риска и ожидаемое время для исправления отказа.

Несоответствие технических барьеров безопасности стандартам эффективности часто вызвано отказом одного или нескольких компонентов. Спецификация по стандартам эффективности (разработанная до начала эксплуатации) должна содержать информацию по практическим мерам устранения любого дополнительного риска.

9.3.6 Управление изменениями

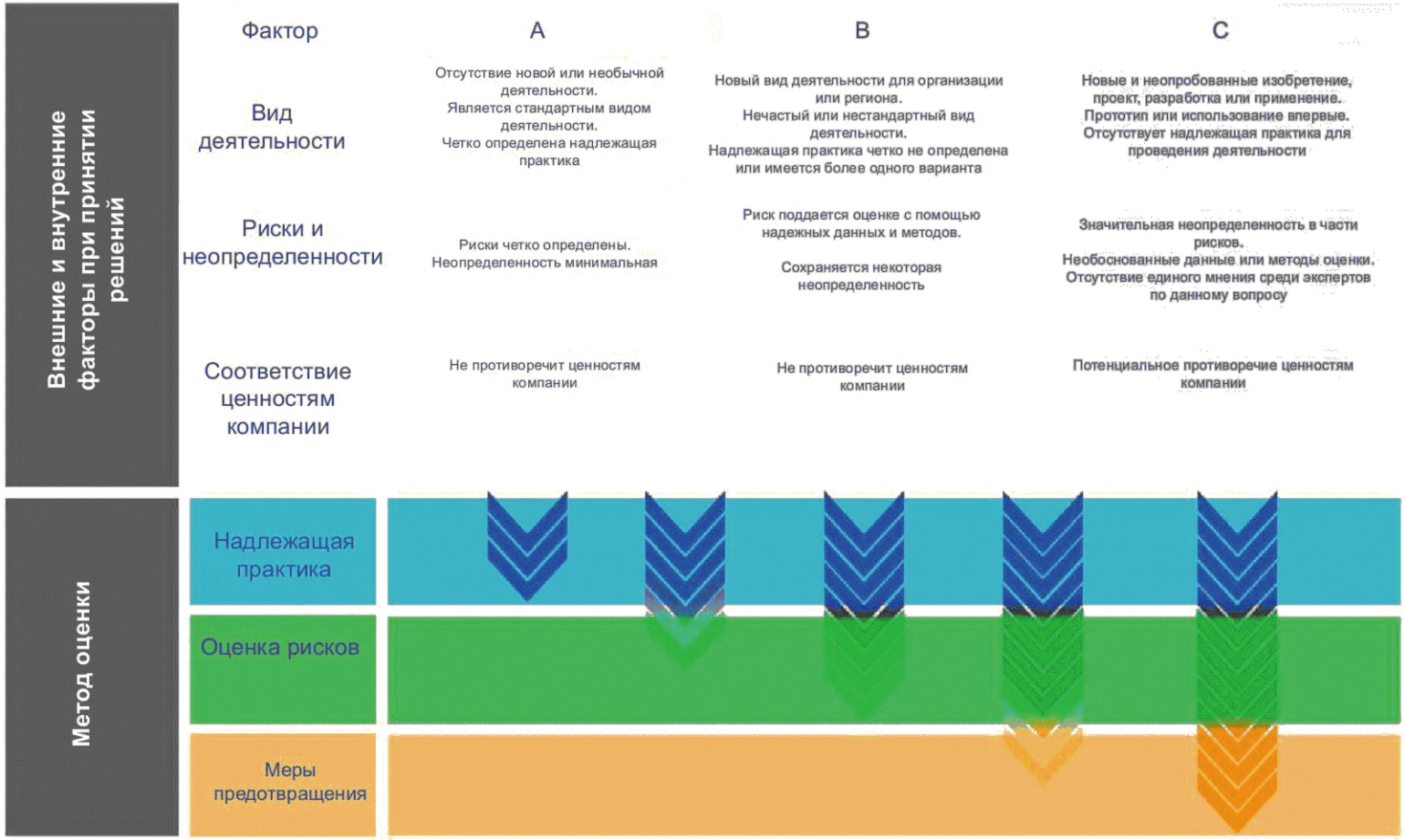
Основные принципы МОС, приведенные в 4.10, необходимо применять на этапе эксплуатации в отношении всех видов изменений (физических, организационных). Все потенциальные значительные изменения необходимо оценить на предмет возможного влияния на опасности МА, на стратегии управления этими опасностями и на возможность ошибки человека. Если необходимо, следует внедрить безопасные проектные решения ISD и барьеры безопасности для поддержания стратегий управления опасностями МА.

Все предложения по изменениям необходимо зарегистрировать, передать для анализа компетентными специалистами с целью принятия или отказа от изменений в соответствии с процессом принятия решений, который должен быть полностью задокументирован.

Приложение А
(справочное)

Пример схемы поддержки принятия решений по рискам

Схема принятия решений в рамках управления рисками



Приложение В
(справочное)

План управления опасностями крупных аварий

В.1 Общие положения

План управления опасностями МА на различных этапах проектирования МНГС должен содержать перечень действий, необходимых для эффективного управления потенциальными происшествиями. План должен касаться всех членов проектной команды, включая подрядчиков и поставщиков значимых систем и оборудования, и определять ответственных за его выполнение. Данный план может соотноситься с общим планом реализации проекта, который касается таких аспектов, как общие требования в области охраны труда, промышленной и общей безопасности и охраны окружающей среды.

План управления опасностями МА, разработанный для конкретного проекта, может отличаться по формату и содержанию, в зависимости от множества факторов, включая стандарты компании, законодательные требования в различных регионах мира, и от типа проекта.

В.2 Область применения плана

Область применения плана включает охватываемые планом периоды проекта, такие как:
- проектирование и поставка оборудования;
- строительство, завершение строительства;
- транспортировка до точки эксплуатации;
- пусконаладочные работы, ввод в эксплуатацию и передача в эксплуатацию.

В.3 Основа плана

План управления опасностями МА может быть основан на политике компании в области безопасности и окружающей среды, на требованиях регионального законодательства или политике, определяемой группой управления проектом.

В.4 Соответствие нормативным документам

Должны быть перечислены первичные нормативные документы, применимые к месту производства работ.

В.5 Основные нормы, правила и стандарты

План должен включать нормы, правила и стандарты, лежащие в основе проекта. К ним относятся, например, межгосударственные и национальные стандарты, технические стандарты компании, требования сертифицирующего органа и т. д. Также необходимо включить специальные стандарты, применимые к процессу управления опасностями МА.

В.6 Цели

Цели управления опасностями МА по проекту должны быть определены в тех единицах, которые можно измерить и продемонстрировать, например:

a) качественные цели:

1) МА должны быть сведены к минимуму путем применения ISD и пассивных технических барьеров, при наличии такой возможности,

2) персонал должен быть в состоянии пережить идентифицированные последствия МА во временных убежищах и успешно добраться до места эвакуации/оставления МНГС морем, если это необходимо;

b) количественные цели:

1) индивидуальный риск должен быть определен для персонала, который наиболее подвержен риску воздействия МА,

2) повторяемость группового индивидуального риска/частота аварий с человеческими жертвами и т. п., которая должна быть определена для всего персонала на борту МНГС,

3) частота отказов функции безопасности от всех источников (мгновенный отказ функции безопасности и отказ, отсроченный во времени), которые должны быть определены.

Примечание — Функции безопасности — это функции, которые должны оставаться неизменными после воздействия МА для обеспечения безопасности персонала и/или ограничения загрязнения окружающей среды, например: пути эвакуации, временное убежище, центральный пульт управления и другие значимые помещения,

4) расчетная повторяемость вреда для окружающей среды, например разливы нефти, которую необходимо определить.

Различные стандарты включают руководящие указания по проведению количественных оценок (например, [*5*], [*6*]) и по принятию решений в отношении рисков (например, [*7*]).

Рекомендации и положения по проведению количественных оценок вреда, причиняемого окружающей среде, приведены в [*8*], [*9*].

В.7 Организация работ по проекту

Организация работ по проекту для всех его этапов должна определять взаимоотношения ключевых функций и специалистов, включая взаимоотношения между компанией и подрядчиками. Необходимое четкое указание обеспечения надлежащих полномочий и поддержки эффективного управления опасностями МА.

В.8 Ответственность

Должна быть четко определена ответственность в рамках процесса управления опасностями МА для каждой ключевой функции, как минимум включая:

- руководителя проекта;
- менеджера по проектированию;
- менеджера или ведущего специалиста по промышленной безопасности и охране труда;
- ведущих инженеров по разным дисциплинам.

В.9 Контрактные обязательства

Для каждого подрядчика, назначенного для выполнения работ на любом этапе проекта, должны быть определены требования по управлению опасностями МА.

Генеральные подрядчики по проектированию и поставке оборудования должны продемонстрировать четкое понимание требований и компетентность в развитии и внедрении стратегий управления опасностями МА. То же применимо и к субподрядчикам по проектированию и поставке значимых систем (например, автоматизированной системы управления технологическим процессом и обеспечения безопасности). По этой причине следует согласовать с подрядчиком перед заключением контракта то, каким образом будут достигаться эти ожидаемые результаты.

В.10 Поставка оборудования

Необходимо определить действия по спецификации и верификации качества и надежности систем и оборудования, являющихся частью системы технических барьеров безопасности.

В.11 Программа исследований по идентификации опасностей и оценке риска и сроки их проведения

Следует разработать и по мере необходимости актуализировать программу проведения исследований по идентификации опасностей и оценке риска, а также их объем или техническое задание. Примеры исследований, которые могут проводиться в рамках процесса управления опасностями МА, приведены в приложении С.

В.12 Действия в рамках управления мероприятиями

Должны быть определены мероприятия, которые должны быть проведены по результатам идентификации опасностей или других исследований, связанных с анализом рисков, а также описание того, каким образом каждое из данных мероприятий будет формально приниматься, отслеживаться и завершаться.

В.13 Мероприятия по обеспечению качества и верификации

План должен содержать описание мероприятий в рамках испытаний и инспекций с целью верификации показателей ISD и барьеров безопасности на этапах поставки оборудования и систем, завершения строительства и пуска в эксплуатацию.

В.14 Перечень основных выпускаемых документов

В таблице В.1 приведен перечень основных выпускаемых документов в рамках управления опасностями МА в зависимости от стадии проекта.

Таблица В.1 — Перечень основных выпускаемых документов в рамках управления опасностями МА в зависимости от стадии проекта

Управление опасностями МА/основные документы[a]	Стадия проекта				Примечание
	Разработка концепции	Разработка предпроектной и проектной документации	Разработка рабочей документации и строительство	Эксплуатация[b,c]	
План управления опасностями МА	Разрабатывается впервые	Обновляется	Обновляется	—	Разрабатывается специально для каждой стадии проекта и включает детализированные требования для следующей стадии
Перечень опасностей МА	Разрабатывается впервые	Обновляется	Обновляется	Поддерживается	—
Сводный обзор по управлению опасностями МА	Разрабатывается впервые	Обновляется	Обновляется	Поддерживается	—
Управление мероприятиями	В рамках процесса	В рамках процесса	В рамках процесса	В рамках процесса	—
Управление изменениями	В рамках процесса	В рамках процесса	В рамках процесса	В рамках процесса	—
Отчет о внедрении ISD	Разрабатывается впервые	Обновляется	Обновляется	Поддерживается	—
Стратегии управления опасностями МА	Разрабатывается впервые	Обновляется	Обновляется	Поддерживается	См. [*3*], где приведена стратегия по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности, и [*4*], где приведена стратегия аварийного реагирования
Стандарты эффективности при проектировании	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	—	Стандарты эффективности при проектировании трансформируются в стандарты эффективности при эксплуатации на стадии разработки рабочей документации и этапе строительства
Стандарты эффективности при эксплуатации	—	—	Разрабатывается впервые	Поддерживается	См. приложение D
Отчет о HAZID	Разрабатывается впервые	Обновляется	Обновляется	Поддерживается	—

Продолжение таблицы В.1

Управление опасностями МА/основные документы[a]	Стадия проекта				Примечание
	Разработка концепции	Разработка предпроектной и проектной документации	Разработка рабочей документации и строительство	Эксплуатация[b,c]	
Оценка риска по вариантам концепций	Разрабатывается впервые	—	—	—	Ранжирование концепций
Активные геологические процессы	Разрабатывается впервые	Обновляется	—	—	Геологические процессы могут иметь значительное воздействие, и их необходимо идентифицировать как можно раньше. См. *ГОСТ Р 54483—2021 (6.14.2)*
Анализ HAZOP	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Обновляется	—
Анализ взрывоопасности	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—
Анализ пожароопасности	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—
Анализ рассеивания дыма и газа	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—
Анализ аварийного покидания, эвакуации и спасания	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—
Анализ целостности временного убежища	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—
Анализ воздействия от падения предметов	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—
Оценка столкновения судна с МНГС	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—
Анализ видов, последствий и критичности отказов	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—
Анализ надежности/безотказности аварийных систем	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—
Оценка рисков	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—
Анализ полноты безопасности приборных систем	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—

Окончание таблицы В.1

Управление опасностями МА/основные документы[a]	Стадия проекта				Примечание
	Разработка концепции	Разработка предпроектной и проектной документации	Разработка рабочей документации и строительство	Эксплуатация[b,c]	
Анализ влияния человеческого фактора	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—
Анализ безопасности работ	—	—	Разрабатывается впервые	Поддерживается	—
Оценка риска для окружающей среды	—	Разрабатывается впервые	Обновляется	Поддерживается	—

[a] Содержание и объем исследований и мероприятий, которые необходимо выполнить, должны зависеть от сложности проектируемого МНГС.

[b] Указанные документы должны быть пересмотрены на предмет воздействия в результате реконструкции сооружения.

[c] Документы, обозначенные как поддерживаемые, должны быть доступны для каждого МНГС и актуализироваться не реже, чем один раз в 5 лет.

В.15 Перечень ключевых действий на различных этапах проектирования

Описывание действий, выполняемых на стадии разработки концепции, приведено в таблице В.2; действия, выполняемые на стадии разработки предпроектной и проектной документации, — в таблице В.3; действия, выполняемые на стадии разработки рабочей документации и этапе строительства, — в таблице В.4.

Таблица В.2 — Действия, выполняемые на стадии разработки концепции

Предварительный отбор концепций	- определение параметров ранжирования вариантов концепции с точки зрения управления опасностями МА; - идентификация вариантов концепций, которые необходимо исключить в силу того, что они имеют потенциальный риск МА, что не отвечает целям в области управления рисками организации(ий), эксплуатирующей(их) МНГС; - оценка степени неопределенности, особенно в отношении новой или сложной технологии и возможного воздействия на следующие стадии проекта; - идентификация возможных вопросов соответствия национальным и международным обязательным требованиям в области безопасности и охраны окружающей среды; - создание краткого списка приемлемых вариантов концепции
Идентификация опасностей	- сравнение с аналогичными типами МНГС для идентификации всех возможных опасностей МА; - верхнеуровневая оценка вариантов концепции, в основном для идентификации возможных МА, которые могут оказать значительное влияние на выбор концепции в силу возможной существенности их последствий и неопределенности при разработке эффективной стратегии управления опасностями МА; - предварительное исследование по идентификации опасностей по каждому варианту концепции из краткого списка
Анализ опасностей крупных аварий	- разработка понимания опасностей МА, их причин и возможных последствий посредством анализа, оценки и сравнения с известными МА на аналогичных МНГС; - оценка воздействия возможных ISD и барьеров безопасности на снижение воздействия последствий МА; - оценка возможной сложности (или невозможности) управления потенциальными последствиями МА на поздних стадиях проекта с учетом доступной технологии

Окончание таблицы В.2

Оценка рисков	- оценка вероятного риска с использованием характерных данных по риску применительно к варианту концепции; - идентификация опасностей МА, которые потенциально могут привести к высокому риску
ISD и барьеры безопасности	- идентификация ISD, которые могут снизить вероятность возникновения МА и возможные последствия; - идентификация любых барьеров безопасности, требуемых для управления потенциально тяжелыми, но вероятными МА; - разработка барьеров безопасности для поддержания стратегии управления опасностями МА; - для вариантов концепции из краткого списка определение предварительных стратегий управления опасностями МА
Стандарты эффективности	- определение стандартов эффективности для барьеров безопасности, разрабатываемых для видов опасностей МА из контрольного перечня; - определение предварительных стандартов эффективности для барьеров безопасности, разрабатываемых для видов опасностей МА, не входящих в контрольный перечень, для уточнения на следующих стадиях проекта
Достаточность мер	- оценка достаточности информации для поддержки решения о выборе концепции как в отношении отсева неподходящих вариантов, так и ранжирования остальных вариантов; - определение неопределенностей и их возможных последствий для последующих стадий проекта
Перечень опасностей МА	- разработка краткого перечня опасностей МА для выбранных вариантов концепции
Документирование	- разработка документов, подтверждающих, каким образом осуществлялось управление опасностями МА на стадии разработки концепции; - подготовка плана управления опасностями МА для стадии разработки предпроектной и проектной документации

Таблица В.3 — Действия, выполняемые на стадии разработки предпроектной и проектной документации

Идентификация опасностей	- идентификация опасностей МА для каждого основного элемента МНГС (например, технологическое оборудование, трубопроводы и системы подводной добычи, судовые устройства и системы); - актуализация перечня опасностей МА, идентифицированных на предыдущей стадии проекта; - подтверждение того, что в дальнейшем на стадии разработки рабочей документации не будут идентифицированы дополнительные опасности МА
Анализ опасностей МА	- использование лучшей проработки проекта для более глубокого понимания тех его аспектов, которые существенны для управления опасностями МА (например, компоновочные решения, проектирование технологического процесса, объем опасных веществ); - обзор и анализ возможных МА для того, чтобы понять их причины и потенциальные последствия, с использованием соответствующих методов; - использование результатов анализа для проверки положительного эффекта и достаточности ISD, барьеров безопасности и других предложенных стратегий управления опасностями МА; - актуализация оценки и анализа, при необходимости, в целях обеспечения непрерывного улучшения понимания возможных МА и потенциальных последствий; - допущение возможного возрастания воздействия МА в результате вероятного увеличения количества оборудования на стадии разработки рабочей документации

Продолжение таблицы В.3

Оценка рисков	- использование методов оценки и анализа рисков для разработки прогнозов частоты, с которой могут происходить возможные МА; - сочетание полученных прогнозов с результатами оценки возможных последствий МА, чтобы оценить риск для персонала, окружающей среды и имущества; - прогнозирование значимости каждой идентифицированной опасности МА и определение тех из них, которые больше всего влияют на риски, для последующего анализа и снижения рисков; - демонстрация высокого уровня уверенности, что цели в рамках управления опасностями МА будут достигнуты после завершения стадии разработки рабочей документации
Безопасные проектные решения	- поиск возможностей для применения и внедрения ISD, которые обеспечат эффективные и надежные стратегии управления возможными МА и снизят потребность в организационных барьерах; - идентификация и внедрение ISD в начале данной стадии проекта до того, как его ключевые аспекты зафиксированы; - определение диапазона ISD, требуемых для управления опасностями МА к концу данной стадии; - определение оставшихся спецификаций проекта, которые необходимо дополнить на следующей стадии проекта
Барьеры безопасности	- разработка барьеров безопасности (в дополнение к ISD), необходимых для поддержки стратегий управления опасностями МА для каждой из идентифицированных опасностей; - внедрение технических барьеров безопасности, разработанных с целью снижения вероятности МА (предотвращение); - внедрение технических барьеров безопасности, разработанных с целью контроля и смягчения последствий МА, спрогнозированных в процессе анализа опасностей МА; - определение необходимых организационных барьеров безопасности; - соотнесение количества и типа барьеров безопасности с тяжестью спрогнозированных последствий; - определение барьеров безопасности, необходимых для управления опасностями МА к концу данной стадии проекта; - определение оставшихся спецификаций проекта, которые необходимо дополнить на следующей стадии проекта
Стандарты эффективности	- определение роли каждого технического барьера безопасности; - оценка воздействия отказа или неисправности каждого технического барьера безопасности и то, каким образом это может изменить стратегии управления опасностями МА, которые зависят от такого барьера безопасности; - определение предварительных стандартов эффективности для всех барьеров безопасности и ISD к концу данной стадии; - определение оставшихся спецификаций проекта, которые необходимо дополнить на следующей стадии; - предварительная оценка мероприятий, которые необходимо реализовать на последующей стадии проекта (разработка рабочей документации, поставка оборудования, строительство и ввод в эксплуатацию)
Достаточность мер	- подтверждение достаточности принятой стратегии управления опасностями МА для обеспечения эффективного предотвращения, контроля и смягчения каждой из идентифицированных опасностей МА; - подтверждение достаточности действий по аварийному реагированию на возможные МА на МНГС; - идентификация оставшихся неопределенностей, в частности возможная чувствительность к изменениям на стадии разработки рабочей документации; - оценка вероятного воздействия отказа или неисправности барьеров безопасности в процессе эксплуатации, чтобы определить любое ослабление стратегий управления опасностями МА

Окончание таблицы В.3

Перечень опасностей МА	- актуализация перечня опасностей МА, разработанного на предшествующей стадии проекта, включая стратегии управления всеми идентифицированными опасностями МА; - определение оставшихся неопределенностей и действий, направленных на их устранение, которые нужно выполнить на стадии разработки рабочей документации
Документирование	- создание утвержденных отчетов по всем видам деятельности по управлению опасностями возможных МА; - подготовка документов, описывающих статус процесса управления опасностями МА в конце данной стадии проекта; - обоснование стратегий управления опасностями МА, а также дальнейших мероприятий, которые необходимо выполнить на следующей стадии проекта; - подготовка плана управления опасностями МА, который необходимо реализовать на стадии разработки рабочей документации и на этапе строительства

Таблица В.4 — Действия, выполняемые на стадии разработки рабочей документации и этапе строительства

Идентификация опасностей	- идентификация опасностей МА, вероятнее всего, потребуется только в случае значительных изменений проекта на стадии разработки рабочей документации или если появятся входные данные от поставщиков оборудования, подрядчиков и субподрядчиков, которые повлияют на результаты ранее выполненной идентификации опасностей; в этих случаях необходимо оценить воздействие обновленной информации на стратегии управления опасностями и прежде всего актуализировать работу по идентификации опасностей
Анализ опасностей МА	- использование детальной проработки проекта для более глубокого понимания тех его аспектов, которые существенны при управлении опасностями МА (например, компоновочные решения, проектирование технологического процесса, райзеры, объем опасных веществ); - проведение повторного анализа возможных опасностей МА на основе соответствующих методов в целях улучшения понимания их причин и потенциальных последствий; - использование результатов анализа для обновления стандартов эффективности и для подтверждения достижения с помощью ISD и барьеров безопасности требуемых показателей эффективности на протяжении всего жизненного цикла МНГС; - при необходимости, проведение специальных исследований, рассматривающих значительное возрастание негативного воздействия МА по результатам разработки рабочей документации
Оценка рисков	- использование методов оценки и анализа рисков для уточнения и завершения оценки частоты, с которой могут произойти возможные МА; - сочетание полученных прогнозов с результатами оценки последствий МА, чтобы оценить риск для персонала, имущества и окружающей среды; - формирование окончательного отчета по оценке рисков, с описанием рисков в целом для персонала, окружающей среды и имущества, а также значимость каждой идентифицированной опасности МА
ISD	- хотя ISD в большей мере внедрены на предшествующих стадиях, рекомендуется дальнейший поиск возможности их применения
Барьеры безопасности	- завершение проектирования барьеров безопасности для управления опасностями МА, используя данные, полученные на стадии разработки рабочей документации

Окончание таблицы В.4

Стандарты эффективности	- используя данные, полученные на стадии разработки рабочей документации, и обновленные результаты анализа МА, окончательное формирование стандартов эффективности барьеров безопасности в отношении их функциональности, надежности/доступности и безотказной работы; - подтверждение соответствия проекта, спецификаций и качества используемого оборудования стандартам эффективности; - разработка подходящей методологии верификации стандартов эффективности барьеров безопасности на этапе закупки оборудования (например, заводские приемо-сдаточные испытания) или на этапах строительства и ввода в эксплуатацию; - определение стандартов эффективности технических барьеров безопасности, требующих проверки, испытания и технического обслуживания в период эксплуатации, с целью их включения в планы технического обслуживания
Достаточность мер	- окончательное подтверждение эффективности принятой стратегии управления опасностями МА для каждой идентифицированной опасности, с учетом человеческого фактора; - окончательное подтверждение достаточности мероприятий по аварийному реагированию на возможные МА на МНГС; - завершение оценки вероятного воздействия отказа или неисправности технических барьеров безопасности при отказе отдельного компонента или всего барьера безопасности; - подтверждение достаточности стратегий управления опасностями МА для достижения целей и критериев проекта
Перечень опасностей МА	- завершение формирования перечня опасностей МА для передачи в службу эксплуатации
Документирование	- создание отчетов по всем исследованиям, выполненным в рамках управления опасностями МА, включая оценку опасностей и анализ рисков; - документирование всех мероприятий в рамках процесса управления опасностями МА, которые были отклонены, с указанием причин отклонения, а также всех незавершенных мероприятий; - подготовка документов, описывающих процесс управления опасностями МА для службы эксплуатации

Приложение С
(справочное)

Методы идентификации и анализа опасностей и оценки рисков крупных аварий

С.1 Общие положения

В *ГОСТ Р 58771* приведено общее руководство по выбору технологий анализа опасностей и оценки рисков, применимое во многих отраслях промышленности и к большинству типов систем. В данном приложении представлено описание некоторых методов, обычно используемых при проектировании МНГС.

С.2 Идентификация источников опасности (HAZID)

С.2.1 Цели

Целью анализа HAZID является идентификация всех опасностей, связанных с определенной концепцией, проектом, операцией или деятельностью, включая вероятные причины их возникновения и возможные последствия, с использованием методов структурного анализа.

С.2.2 Типовые входные данные

В зависимости от выбранного метода HAZID и уровня развития проекта входные данные, как правило, включают:

- данные по компоновочным решениям и размещению оборудования (например, из эскизных чертежей и/или 3D-модели);
- технологические схемы;
- данные по запасам опасных материалов;
- схемы принципиальные систем (P&IDs);
- основные принципы/технологии эксплуатации/управления/останова;
- информация об условиях окружающей среды;
- опыт с другими аналогичными объектами в районе выполнения работ.

С.2.3 Описание

Большинство методов, применяемых для выполнения анализа HAZID, предполагают использование командного подхода, включающего все соответствующие дисциплины и заинтересованные стороны с привлечением членов команды, обладающих специальными компетенциями.

Следует применять методы, соответствующие сложности МНГС, этапу его жизненного цикла, масштабу и природе опасностей МА на МНГС, например:

- структурный анализ (основанный на применении управляющих слов), называемый HAZID;
- предварительный анализ опасностей;
- проверочные листы;
- анализ возможных вариантов («что, если»).

Необходимо использовать структурный анализ, основанный на применении управляющих слов, чтобы максимально учитывать все опасности, инициирующие события или их последствия. Комплексный процесс идентификации данных опасностей, как правило, предусматривает включение в процесс анализа представителей эксплуатирующей организации.

Управляющие слова — существенный элемент анализа HAZID, их перечень должен быть достаточно исчерпывающим для активизации процесса идентификации опасностей и их обсуждения, но не чрезмерным для данной стадии проекта. Специалист по проведению HAZID, как правило, является ответственным за адаптацию перечня опасностей применительно к специфике каждого анализа HAZID. Примеры управляющих слов и перечня опасностей приведены в приложении F.

Идентификация источников опасности может также включать качественную и полуколичественную оценку рисков/ранжирование опасностей.

Процедуру HAZID необходимо полностью задокументировать, используя стандартные формы (таблицы) HAZID, показывающие четкую связь с опасными событиями, опасностями, лежащими в их основе причинами и мерами контроля/мерами по обеспечению безопасности, если применимо. Формы HAZID, как правило, применяет лицо, ответственное за ведение протокола, чтобы зафиксировать результаты проведения анализа.

В целом данный подход следует применять к каждому управляющему слову из перечня опасностей, например путем постановки следующих вопросов:

- является ли данное управляющее слово источником опасности?
- является ли данный тип опасности хорошо понятным в данном контексте или опасность новая/неопределенная?

- в чем заключаются вероятные причины, которые могут привести к реализации последствий опасности МА?
- какими являются возможные и наихудшие потенциальные последствия?
- какие ISD и барьеры безопасности уже применяются (или будут применены)?
- имеются ли дополнительные ISD или барьеры безопасности, которые можно предложить?
- имеются ли организационные барьеры безопасности или ожидания в отношении надежной работы персонала и являются ли они приемлемыми?
- требуется ли дальнейший анализ для понимания последствий опасности?
- какие рекомендации следует сделать (мероприятия для последующего выполнения)?

Контроль и выполнение мероприятий, определенных в процессе анализа HAZID, необходимо подвергать проверке.

Анализ HAZID следует проводить на протяжении всего жизненного цикла любого МНГС, но он принципиально важен на ранних этапах проекта, чтобы опасности можно было устранить, где это возможно, применив безопасные проектные решения ISD.

Модификации МНГС/технологического процесса следует подвергать анализу HAZID, чтобы можно было надлежащим образом управлять изменениями данных о существующих опасностях или в случае идентификации новых опасностей.

С.2.4 Использование результатов

Анализ HAZID лежит в основе всей деятельности, относящейся к управлению рисками, и используется в качестве входных данных:

- для анализа происшествий, которые имеют отношение к опасностям МА;
- оценки рисков;
- разработки стратегий управления опасностями МА [например, идентификация, оценка, определение и обоснование выбора (или исключения) ISD и барьеров безопасности];
- определения стандартов эффективности барьеров безопасности;
- формирования перечня опасностей МА.

С.3 Анализ безопасности работ (JHA)

С.3.1 Цели

Целью данного вида анализа является использование качественного метода оценки рисков, связанных с конкретным видом деятельности, для принятия решения о мерах предотвращения опасностей МА в случае непредвиденных обстоятельств, которые потребуются для уменьшения рисков.

С.3.2 Типовые входные данные

Типовые входные данные зависят от конкретного анализа безопасности работ, который необходимо провести, и, как правило, включают:

- соответствующий опыт выполнения определенного вида работ, включая знания об исторических данных по авариям;
- описание работы и ее этапы;
- месторасположение и условия окружающей среды в месте проведения работ;
- квалификацию и опыт персонала, привлеченного к выполнению работ;
- инструменты, оборудование и ресурсы, используемые при выполнении работ.

С.3.3 Описание

Как правило, общий подход включает разбивку работы или вида деятельности на ряд логически связанных этапов, требуемых для решения определенной задачи. Для каждого этапа задается ряд вопросов с целью идентификации опасностей, последствий и рисков, связанных с данным конкретным этапом, а также определения необходимых мер безопасности и действий при чрезвычайной ситуации.

Для каждого этапа работы обычно применяется следующий подход:

- идентификация опасностей:
  - что именно необходимо сделать?
  - какие материалы будут использованы?
  - какие инструменты и оборудование будут применены?
  - когда будет выполнена работа (дневное или ночное время, время года и т. п.)?
  - где будет выполнена работа (на высоте, в ограниченном пространстве и т. п.)?
  - как поставленная задача может повлиять на персонал, другие процессы или оборудование, находящиеся в непосредственной близости?
- оценка последствий идентифицированной опасности. Ее обычно проводят с использованием шкалы и квалифицируют как «высокую, среднюю или низкую». В этом контексте целесообразно ответить на следующие вопросы:
  - каким является воздействие опасности?
  - является ли оно краткосрочным или долгосрочным?

- воздействует ли опасность на оборудование или персонал?
- какой ущерб она может нанести?
- какое количество персонала может пострадать?
- эффект от воздействия опасности проявляется немедленно или с запаздыванием, позволяя персоналу избежать воздействия и спастись?

- оценка вероятности опасности. Она обычно также проводится с использованием шкалы «высокая, средняя или низкая». В этом контексте целесообразно ответить на следующие вопросы:
- насколько вероятно, что данная опасность будет возникать каждый раз при проведении определенной работы или ее частота будет ниже (один раз из 10 или из 100 при выполнении работы или один раз за все время)?
- в случае возникновения опасной ситуации всегда ли реализуется худший вариант событий?
- влияют ли на вероятность опасного события характер выполняемой работы, персонал или применяемое оборудование?

- определение риска, соответствующего этапу работ. Также выполняется с использованием шкалы «высокий, средний или низкий», итоговое значение определяют исходя из произведения оценок вероятности возникновения и последствий. При расчете применяют следующую логику:
- высокий × высокий = высокий,
- высокий × средний или средний × высокий = высокий,
- высокий × низкий или низкий × высокий = средний,
- средний × средний = средний, средний × низкий или низкий × средний = средний,
- низкий × низкий = низкий;

- определение мер безопасности, необходимых для предупреждения идентифицированных рисков. Меры безопасности можно определить, ответив на следующие вопросы:
- поможет ли изменение графика выполнения работ снизить риск?
- могут ли работы, выполняемые одновременно, проводиться независимо друг от друга?
- возможно ли за счет каких-либо физических действий снизить вероятность опасности?

- оценка остаточного риска, выполняемая после реализации мер безопасности. Она включает идентификацию необходимых средств для снижения последствий в случае возникновения опасной ситуации. Принятая форма таких вопросов «что если ...?». Для того чтобы обеспечить единообразие подхода и систематической оценки, обычно используют стандартную форму JHA, которая позволяет четко понять меры безопасности и может служить в качестве проверочного листа для их внедрения.

Анализ безопасности работ может быть выполнен небольшой группой специалистов, имеющих компетенции в области применяемого оборудования, систем и операций.

С.3.4 Использование результатов

Основными результатами анализа безопасности работ являются изменения в процессе выполнения какого-либо вида деятельности в целях снижения риска. Также в результате проведенного анализа определяют остаточный риск, что может быть учтено при оценке тех видов деятельности, которые являются частью организационных барьеров безопасности, реализуемых в рамках управления опасностями МА.

С.4 Анализ взрывоопасности

С.4.1 Цели

При анализе взрывоопасности применяют общепринятые методы анализа (например, CFD или феноменологические методы исследования) для определения аварийных проектных нагрузок (избыточное давление и сопротивление) для конструкций, оборудования и системы трубопроводов в соответствии с [*9*].

С.4.2 Типовые входные данные

Входные данные по анализу взрывоопасности, как правило, включают:

- данные по компоновочным решениям МНГС и размещению оборудования (например, из эскизных чертежей и/или 3D-модели);
- зоны МНГС, в которых идентифицированы опасности взрыва;
- определение изолирования запасов и нарушения герметичности (аварийный выброс) и вероятные идентифицированные сценарии выбросов (местоположение, интенсивность утечки, объем газа, состав, расположение источника воспламенения, ветровой режим);
- элементы МНГС, при проектировании которых необходимо учесть способность выдерживать нагрузки от взрыва.

С.4.3 Описание

При моделировании взрыва могут быть применены апробированные методики разного уровня сложности.

Основными этапами анализа являются:

а) определение основных допущений, которые необходимо применять при моделировании (например, используемые модели, рассматриваемые области, рассматриваемые сценарии выбросов, начальная степень турбулентности, элементы МНГС, которые должны выдерживать нагрузки от взрыва);

b) разработка сценариев для рассмотрения. Они могут быть динамическими, основанными на моделировании скоплений газа для различных скоростей утечки и местоположений, или статистическими, т. е. основанными на фиксированных объемах газа в различных местах на МНГС;

c) определение нагрузок от взрыва для различных сценариев;

d) повторное моделирование в случае значительного изменения или увеличения детализации для рассматриваемых зон.

При моделировании взрыва необходимо использовать консервативные допущения, чтобы отразить имеющуюся неопределенность, особенно на ранних этапах проекта, когда еще не завершено определение компоновочных решений и размещение оборудования.

Для определения аварийных проектных нагрузок необходимо смоделировать достаточное количество сценариев взрыва, чтобы обеспечить достаточный уровень достоверности.

Для закрытых зон необходимо учитывать нагрузку как от внутреннего, так и от наружного воздействия взрыва. Наружный взрыв может вызвать значительные нагрузки на поверхности и оборудование, расположенные вдали от места воспламенения.

Для CFD-моделирования взрывов из проектной 3D-модели можно разработать трехмерную расчетную модель МНГС. Для анализов, выполняемых до окончания разработки детализированной 3D-модели, расчетную модель необходимо дополнить типовой трубопроводной обвязкой и оборудованием для максимально точного отражения МНГС. Перед проведением анализа воздействия взрыва используемые расчетные модели необходимо проверить на предмет соответствия.

Если проектирование с учетом воздействия расчетных нагрузок от взрыва нецелесообразно, необходимо использовать количественную оценку риска или другие средства оценки частоты воздействия (например, моделирование по методу Монте-Карло).

При принятии решения о необходимости внедрения технических барьеров безопасности необходимо оценить пользу от возможных технических барьеров, существенно превосходящих расчетные нагрузки от МА со значительными последствиями и низкой вероятностью возникновения. Например, активация системы водяного пожаротушения при обнаружении газа практически не влияет на расчетные нагрузки от взрыва. Однако в большом газовом облаке возможен переход от горения к детонации, что может привести к существенному повреждению. В данном случае, если система водяного пожаротушения будет активирована до воспламенения, это может предотвратить сильное распространение пламени и тем самым значительно снизить последствия.

Снижение расчетных нагрузок от взрыва возможно за счет применения противовзрывных устройств (например, клапанов), однако следует проявлять осторожность, так как поток через клапан усиливает турбулентное движение, способствующее ускорению сброса давления.

С.4.4 Использование результатов

Результаты анализа взрывоопасности выражаются как:

a) избыточное давление: неустойчивое повышение давления по причине расширения продуктов горения при взрыве;

b) сопротивление: направленная нагрузка при прохождении потока воздуха/газа.

Нагрузка от взрыва может выражаться как:

- предел упругости: максимальная нагрузка, которую может выдержать конструкция или объект без постоянной деформации или потери работоспособности (иногда называют «взрыв на предел упругости»);
- предел пластичности (уровень выше 1): нагрузка, вызывающая постоянную деформацию конструкции или повреждение объекта, не вызывая отказа или дальнейшей потери конструктивной целостности (иногда называют «взрыв на предел пластичности»);
- разрушающая нагрузка: нагрузка, приводящая к разрушению конструкции или потере конструктивной целостности.

Результаты анализа взрывоопасности необходимо использовать для определения конструктивной прочности элементов МНГС, обеспечивающих устойчивость к нагрузкам от взрывной волны, как часть стратегии управления опасностями МА. Эти нагрузки необходимо включить в соответствующие стандарты эффективности для барьеров безопасности. При проведении анализа взрывоопасности необходимо учитывать следующие элементы МНГС:

a) конструкции (основные и второстепенные);

b) границы (перегородки/выгородки, перекрытия) зон, подверженных воздействию взрыва;

c) технологические резервуары и трубопроводы (например, райзеры, крупные емкости, трубопроводная обвязка и т. д.);

d) замкнутые пространства (например, локальные аппаратные помещения, помещения распределительного устройства, помещения диспетчерской и т. д.), считающиеся критическими в условиях МА;

e) средства аварийного реагирования (например, пути эвакуации, временные убежища и эвакуационные средства).

Расчетные нагрузки для оборудования и конструкций могут представлять собой либо максимальную расчетную нагрузку от давления, либо нагрузку, которую система или функция должна выдерживать, чтобы соответствовать какому-либо определенному критерию приемлемости риска.

С.5 Анализ пожароопасности

С.5.1 Цели

При проведении анализа пожароопасности могут применяться апробированные методики моделирования пожара для прогнозирования потенциального воздействия нагрузки от пожара на конструкции и оборудование в соответствии с [*3*], [*9*].

С.5.2 Типовые входные данные

Входные данные по анализу пожароопасности, как правило, включают:

a) данные по компоновочным решениям и размещению оборудования (например, из эскизных чертежей и/или 3D-модели);

b) данные по розе ветров, скорости и направлению ветра при наличии зон, подверженных воздействию ветровых нагрузок;

c) зоны МНГС, в которых были идентифицированы опасности возникновения пожара;

d) изолирование запасов и определение нарушения герметичности (аварийный выброс) и вероятные идентифицированные сценарии выбросов (местоположение, интенсивность утечки, состав, ветровой режим), включая темпы выброса в динамике;

e) типы сценариев выбросов (например, жидкости или газа под давлением, растекание жидкости при нормальном давлении), которые необходимо смоделировать, чтобы получить вероятную нагрузку от пожара;

f) элементы МНГС, при проектировании которых необходимо учитывать способность выдерживать нагрузки от пожара, а также уровень интенсивности воздействия (т. е. аварийная проектная нагрузка), который для некоторых элементов МНГС может быть меньше максимального, если показано, что:

1) отказ элемента допустим, если не наносится вред мерам аварийного реагирования, или он не приводит к неконтролируемому распространению МА, и/или

2) частота тяжелой нагрузки от пожара является низкой.

С.5.3 Описание

При моделировании пожара могут применяться многочисленные методы разного уровня сложности. Вне зависимости от используемого подхода данные методы должны подтверждаться испытаниями на огнестойкость.

Необходимо рассматривать следующие основные типы сценариев:

- факельное горение под давлением: пожар, вызванный легковоспламеняющимся газом, или испаренной разбрызганной жидкостью, или их сочетанием. Тепловая нагрузка на конструкции и оборудование может быть предельно высокой, но может со временем снижаться при падении давления (например, в результате отсечения линии или сброса давления);

- пожар пролива легковоспламеняющихся жидкостей: пожар, вызванный воспламененной жидкостью, образующей бассейн на открытой поверхности, из которого происходят испарение и воспламенение паров. В зависимости от расположения и вентиляции в результате подобного пожара может выделиться большое количество токсичного дыма. В данном случае тепловая нагрузка меньше, чем при факельном горении, но значительная;

- взрыв расширяющихся паров кипящей жидкости (BLEVE), который чаще всего является результатом нагревания резервуара высокого давления, содержащего легковоспламеняющуюся жидкость, а также возникает при пожаре на расположенной рядом территории, когда сочетание нагревания и повышения давления вызывает отказ конструкции резервуара с катастрофическими последствиями. Высвобожденная жидкость распространяется и испаряется очень быстро, приводя к неконтролируемо распространяющемуся шару пламени. Отказ с катастрофическими последствиями конструкции резервуара со значительным объемом паров углеводородов под давлением (например, сепаратор) приведет почти к таким же последствиям, как и BLEVE, — с мощными волнами давления при гидравлическом ударе, летящими обломками и с большим шаром пламени с последующим крупным пожаром на поверхности пролива.

При выполнении анализа пожароопасности должны быть выполнены следующие действия:

a) определение основных допущений, которые необходимо применять при моделировании пожара, например: используемые модели, рассматриваемые зоны и сценарии выброса, а также элементы МНГС, которые должны выдерживать нагрузки от пожаров на поверхности пролива и факельного горения;

b) разработка сценариев для дальнейшего рассмотрения, которые должны включать сценарии контролируемых и неконтролируемых выбросов в условиях МА;

c) определение тепловых нагрузок на конструкции, оборудование и трубопроводы, находящиеся в непосредственной близости, для различных сценариев;

d) моделирование чувствительности с целью подтвердить, что определен максимально реалистичный расчетный случай;

e) повторное моделирование в случае значительного изменения или увеличения детализации для рассматриваемых зон.

При моделировании пожара необходимо использовать консервативные допущения, особенно на ранних этапах проекта, когда еще не завершены компоновочные решения и размещение оборудования.

Необходимо смоделировать достаточное количество сценариев, чтобы обеспечить хороший уровень достоверности для определения аварийной проектной нагрузки.

С.5.4 Использование результатов

Результаты анализа пожароопасности используют для оценки тепловых нагрузок, возникших при пожаре, для конструкций, оборудования или трубопроводов в целях разработки мер активной и/или пассивной защиты. Результаты анализа выражаются как:

- определение нагрузки от пожара и теплового излучения на средства аварийного реагирования, включая следующие факторы: останутся ли пути эвакуации проходимыми, будет ли ВУ в состоянии защитить персонал в течение определенного периода времени, останутся ли средства эвакуации доступными для использования;
- определение нагрузки от воздействия пожара на конструкции, трубопроводы, емкости и замкнутые пространства (например, локальные аппаратные помещения, помещения распределительного устройства и т. д.), считающиеся критическими для функционирования технических барьеров безопасности в условиях МА;
- определение требований к пассивной противопожарной защите для ВУ, путей эвакуации, замкнутых помещений, ключевых элементов конструкций, трубопроводов, емкостей и т. д;
- определение требований к пассивной противопожарной защите для идентифицированных зон и объектов (в соответствии с [*10*]);
- идентификация зон и объектов, в отношении которых требуются меры активной противопожарной защиты;
- определение требований к активной противопожарной защите для идентифицированных зон и объектов (например, тип и плотность поражения).

С.6 Анализ рассеивания дыма и газа

С.6.1 Цели

При проведении анализа рассеивания дыма и газа применяют общепринятые средства моделирования с целью прогнозирования:

- дисперсии газа (токсичного и воспламеняющегося) после аварийного выброса;
- дисперсии дыма в результате идентифицированной опасности возгорания;
- возможного проникновения газа и/или дыма в служебные помещения (например, аппаратные комнаты) и ВУ.

С.6.2 Типовые входные данные

Входные данные по анализу рассеивания дыма и газа, как правило, включают:

- данные по компоновочным решениям МНГС и размещению оборудования (например, из эскизных чертежей и/или 3D-модели);
- зоны МНГС, где были идентифицированы и оценены источники выброса газа или жидкости, а также обозначенное место выброса в пределах этих зон (например, на открытой палубе или внутри модуля);
- характеристики выброса (например, состав, удельный массовый расход с течением времени) и тип воспламенения (например, факельное горение, пожар на поверхности пролива). Для пожаров на поверхности пролива требуются данные по вероятной площади поверхности пролитой жидкости, в частности в том случае, если она ограничена размерами палубы или защитными ограждениями (для целей оценки пожара на поверхности пролива при МА, поддоны, расположенные под оборудованием, как правило, не в состоянии удержать большой выброс жидкости);
- ключевые зоны для получения результатов (например, концентрация газа или дыма на границах ВУ, воздухозаборников, эвакуации и т. п.).

С.6.3 Описание

Существует множество методов различных уровней сложности для моделирования рассеивания дыма и газа в зависимости от требуемого уровня детализации. В силу сложности воздушного потока вокруг МНГС наилучший результат демонстрируют средства, основанные на CFD-моделировании.

Основными этапами анализа распространения дыма и газа являются:

a) оценка дисперсии дыма и невоспламененного легковоспламеняющегося газа на основе анализа источников выбросов как части оценки взрывопожарной безопасности. Концентрацию токсичного газа на источнике рассчитывают независимо от его концентрации в потоке газа. Перед началом необходимо определить условия, включая:

1) расположение анализируемых источников выбросов газа, ориентацию направления выброса (например, вверх, вниз, на восток, на запад и т. п.),

2) скорость и направление оцениваемого ветра с учетом ориентации МНГС и преобладающего ветрового режима. Также необходимо оценить наихудший вариант ветрового режима (например, в направлении ВУ и средств эвакуации),

3) точки, для которых требуются измерения концентрации газа (например, пути эвакуации, границы замкнутых помещений, ВУ, воздухозаборники и т. д.);

b) определение основных допущений, которые необходимо применять при моделировании;

c) учет нарушения внутренней герметизации в условиях МА, которое может быть вызвано нарушением изолирования воздухозаборников при выявлении дыма или газа, повреждением компонентов системы или прекращением подачи электроэнергии. Герметичность замкнутого помещения при утечке — это основное средство защиты при возникновении дыма или газа;

d) моделирование чувствительности с целью подтвердить, что определен максимально реалистичный расчетный случай;

e) повторное моделирование на актуализированной модели в случае значительного изменения или увеличения детализации для рассматриваемых зон.

С.6.4 Использование результатов

Результаты анализа рассеивания дыма и газа используют для оценки влияния МА, прямо или опосредованно, на персонал через ухудшение функций рабочих зон, путей эвакуации, ВУ и средств эвакуации. Результаты анализа выражаются как:

- концентрация воспламеняющегося или токсичного газа в обозначенных точках МНГС на основе начального состава выброса при массовом расходе. Критерии измерений, как правило, основаны на процентном показателе нижнего предела взрывоопасной концентрации для воспламеняющегося газа и на концентрации, выраженной в частях на миллион, для токсичного газа;
- концентрация дыма в обозначенных точках МНГС относительно концентрации на источнике пожара. Критерии измерений могут быть основаны на ограниченной видимости, концентрации CO_2 или на других параметрах в зависимости от метода анализа.

Значения концентрации легковоспламеняющегося газа, токсичного газа или дыма, время нахождения внутри служебных помещений и ВУ или возле воздуховодов должны быть использованы при проектировании данных сооружений на соответствующий класс герметичности, для определения требований к системам газообнаружения и действиям, которые необходимо предпринять при обнаружении дыма или газа (например, изолирование каналов воздухозаборника, изолирование оборудования внутри замкнутого помещения, передача контроля над МА в зону, не подвергшуюся воздействию дыма или газа, и т. д.).

С.7 Анализ аварийного покидания, эвакуации и спасания (EER)

С.7.1 Цели

Анализ EER включает оценку аварийно-спасательных средств и процедур на предмет их соответствия стратегии аварийного реагирования и целям проекта в условиях МА. В данном контексте необходимо оценить следующие действия:

- эвакуацию во ВУ из любой зоны, где персонал может работать или проводить свободное время;
- защиту персонала во ВУ или в месте сбора на протяжении определенного периода времени;
- контролируемую эвакуацию всего персонала, их поиск и спасание, в случае необходимости.

Анализ EER, выполненный на основе качественной оценки, позволяет идентифицировать недостатки аварийных средств и определять направления улучшения для исследуемой системы. См. также С.8, [*4*] и *ГОСТ Р 55998*, *ГОСТ Р 58217*, *СП 1.13130*.

С.7.2 Типовые входные данные

Входные данные по анализу EER, как правило, включают следующую информацию:

- стратегия аварийного реагирования, спасания и эвакуации, включая подтверждающие документы (например, философии, процедуры);
- проектные и законодательные требования (например, нормативы, стандарты, правила эксплуатации);
- данные по компоновочным решениям и средствам эвакуации и спасения (например, аварийной сигнализации, путям/маршрутам эвакуации, местам сбора/ВУ, первичным средствам эвакуации, прочим средствам эвакуации или спасения морем, внутренним и внешним мероприятиям по поиску и спасению);
- идентифицированные сценарии МА и оценка их результатов (например, выброс токсичного газа, взрыв, дым, столкновение судов, потеря устойчивости, землетрясение и т. д.);
- результаты анализа целостности ВУ;
- ключевые входные данные и допущения (например, квалификация обслуживающего персонала, критерий оценки ущерба, модель выбора решений по средствам эвакуации и спасения, вероятность успешной эвакуации).

Во избежание недопонимания необходимо включить четкое определение следующих терминов:

a) эвакуация во ВУ/к месту сбора;
b) контролируемая эвакуация;
c) первичные средства эвакуации;
d) вторичные средства эвакуации или эвакуация морем;
e) поиск и спасение.

С.7.3 Описание

Анализ EER оценивает эффективность средств аварийного реагирования и процедур в сценариях МА. Оценку выполняют для каждого элемента аварийного реагирования на предмет соответствия стандартам эффектив-

ности в части функциональности, достаточности, доступности и жизнеспособности. Основными этапами анализа EER являются:

a) определение и документирование всех допущений, использующихся при проведении анализа, включая:

1) стратегию эвакуации и спасения, которую необходимо определить, в случае ее отсутствия,

2) квалификацию обслуживающего персонала для объема прогнозируемой деятельности во время эксплуатации,

3) критерии отказа средств аварийного реагирования в силу физического воздействия теплового излучения, концентрации токсичного/воспламеняющегося газа, взрыва, задымления,

4) вероятность смертельных случаев в процессе спасения/покидания, сбора, посадки на судно, эвакуации и спасения (для количественного исследования);

b) установление целевых показателей эффективности для каждого элемента аварийного реагирования, включая:

1) аварийную сигнализацию/аварийную связь,

2) маршруты эвакуации/покидания/доступа,

3) ВУ/места сбора,

4) первичные средства эвакуации (например, аварийно-спасательные суда и площадки посадки на них),

5) вторичные/третичные средства эвакуации/покидания морем (например, вертолеты, вертолетные площадки морской платформы, спасательные плоты, аварийные трапы, морские эвакуационные системы),

6) индивидуальные средства защиты,

7) мероприятия по поиску и спасению (например, вертолеты, дежурные суда);

c) разработка сценариев для различных зон МНГС. Данные сценарии должны охватывать весь диапазон идентифицированных сценариев МА;

d) в каждой зоне с учетом результатов анализа последствий МА (например, воспламеняющийся или токсичный газ, пожар, взрыв, дым, столкновение судов) определение влияния указанных последствий на средства аварийного реагирования и возможность выполнения их стандартов эффективности;

e) в случае выявления недостатков предложение вариантов улучшения и проведение повторного анализа до тех пор, пока стандарты эффективности не будут соблюдены. Определение альтернативных мер EER и их оценка аналогичным образом на предмет дополнительных преимуществ и понесенных затрат;

f) определение времени, требуемого:

1) для эвакуации персонала из аварийной зоны и прочих зон МНГС во ВУ или к месту сбора с учетом установленной возможности отказа средств аварийного реагирования,

2) для того чтобы руководитель ликвидации аварии на месте происшествия оценил масштаб МА, определил количество персонала в месте сбора или на определенных участках маршрутов эвакуации, провел поиск на месте и спасение пострадавших, оценил потребность в проведении контролируемой эвакуации. При этом необходимо учитывать доступность обратной связи из опасных зон (например, обнаружение пожара и утечки газа, подтверждение аварийного отключения и т. п.),

3) для проведения контролируемой эвакуации, если она необходима (например, посадка в аварийно-спасательные суда и спуск на воду).

С.7.4 Использование результатов

Результаты анализа EER используют для оценки влияния МА на персонал при эвакуации во ВУ или к месту сбора, при нахождении во ВУ/на месте сбора, а также во время контролируемой эвакуации, если она необходима. Данное понимание необходимо использовать в проекте, чтобы:

- внести изменения в проектные решения, касающиеся средств аварийного реагирования, в целях соответствия требуемым стандартам эффективности в условиях МА;

- обеспечить достаточное количество средств для решения требуемой задачи и соответствия стандартам эффективности.

С учетом внедренных ISD и барьеров безопасности результаты анализа EER должны содержать:

a) идентификацию тех опасностей МА, которые могут привести к отказу или неисправности путей эвакуации и которые могут помешать некоторым или всем членам персонала добраться до ВУ в течение времени, установленного в стандартах эффективности (например, не более 15 мин);

b) потенциальные последствия для защиты персонала, если анализ целостности ВУ покажет, что некоторые опасности МА в течение определенного времени могут привести к повреждениям/отказу и будет ли успешной контролируемая эвакуация;

c) идентификацию тех опасностей МА, которые могут привести к отказу средств эвакуации или помешать контролируемой эвакуации;

d) анализ чувствительности для оценки тех аспектов, которые считаются недостаточными, и мер, требуемых для их исправления;

e) подтверждение того, что были достигнуты (или не были достигнуты) стандарты эффективности для периода времени, требуемого для эвакуации с объекта или спасения персонала из спасательных шлюпок или из моря;

f) риски для персонала в процессе покидания, сбора, эвакуации и спасения.

С.8 Анализ целостности временного убежища

С.8.1 Цели

Анализ целостности ВУ включает использование результатов официальной оценки пожаро- и взрывоопасности, анализа рассеивания дыма и газа и анализа воздействия, чтобы продемонстрировать, что конструктивная целостность ВУ и функциональность технических барьеров безопасности способны обеспечить выживание персонала в течение определенного периода времени в условиях МА, например взрыв, пожар, высокая температура, дым (см. также [*4*]).

Анализ неисправности ВУ представляет собой расчет частоты повреждений/отказов, основанный на моделировании возможности отказа барьера безопасности.

С.8.2 Типовые входные данные

Входные данные по анализу целостности ВУ, как правило, включают:

a) данные по компоновочным решениям и размещению оборудования (например, из эскизных чертежей и/или 3D-модели);

b) определенный период времени, в течение которого ВУ должно быть в состоянии выполнять свою функцию по аварийному реагированию (например, 1 ч) в условиях МА;

c) определение границ ВУ, его входов и выходов, наружных воздухозаборников, вытяжных каналов и соответствующих заслонок;

d) идентификацию:

1) ISD, других пассивных технических барьеров безопасности для управления опасностями МА, которые могут вызвать неисправность/отказ ВУ (например, противопожарные и взрывозащитные барьеры безопасности),

2) технических барьеров безопасности, предназначенных для защиты персонала внутри ВУ после МА (например, герметичность помещения, вентиляция и внутренняя герметизация).

С.8.3 Описание

Основными этапами анализа целостности ВУ являются:

a) по результатам проведенного анализа опасностей МА идентификация тех опасностей, которые могут вызвать неисправность/отказ ВУ или средств обеспечения безопасности персонала внутри. К ним относят:

1) пожаро- и взрывоопасность, включая прямое воздействие взрыва (например, избыточное давление, конструктивная деформация и поражение осколками), пожар вблизи ВУ и тепловое излучение от пожара в другом месте,

2) проникновение дыма или газа (см. С.6),

3) столкновение с морскими судами или крушение вертолета (включая возможный пожар),

4) другой источник непосредственного воздействия (например, ударная энергия от вращающихся механизмов);

b) определение того, являются ли ВУ/места сбора наименее подверженными воздействию идентифицированных опасностей МА, включая прямое воздействие, разрушение конструкций, взрыв или пожар, тепловое излучение, газ (токсичный или воспламеняемый) или дым;

c) определение любых допущений, используемых при проведении анализа;

d) в условиях идентифицированной опасности МА выполнение оценки следующих факторов для установленного периода времени:

1) способны ли границы ВУ оставаться неповрежденными и способными сохранять низкую скорость утечки воздуха,

2) способны ли двери аварийных выходов с большой вероятностью оставаться доступными для всего персонала, пережившего непосредственное воздействие аварии,

3) способны ли функционировать системы, обеспечивающие поддержку выжившим членам персонала в границах ВУ,

4) способны ли функционировать системы, необходимые для обеспечения обратной связи с помещением диспетчерской при ликвидации последствий аварий, что позволит принять обдуманное решение в отношении эвакуации;

5) способны ли барьеры безопасности предотвращать неисправность/отказ ВУ в течение определенного периода времени,

6) способны ли средства эвакуации выполнять свою целевую функцию и оставаться не подверженными воздействию идентифицированных опасностей МА, за исключением тех случаев, когда это рассматривается, как часть анализа EER (см. С.7);

e) моделирование чувствительности с целью прогнозирования временной шкалы для неисправности/отказа ВУ в том случае, если идентифицированную опасность МА невозможно контролировать в течение определенного периода времени.

С.8.4 Использование результатов

Результаты анализа целостности ВУ используют:

- для идентификации тех опасностей МА, которые могут вызвать немедленную или отложенную во времени неисправность/отказ ВУ или средств обеспечения безопасности персонала, находящихся внутри него;
- подтверждения (или неподтверждения) правильности размещения ВУ и/или его конструктивной целостности, необходимых для обеспечения требуемой функции системы аварийного реагирования в течение определенного периода времени;
- подтверждения (или неподтверждения) проектных решений систем жизнеобеспечения;
- в качестве руководства по внесению изменений в проект с целью снижения вероятности неисправности ВУ в результате МА или для обеспечения защиты всего персонала от воздействия МА в течение предварительно определенного периода времени.

С.9 Анализ воздействия от падения предметов

С.9.1 Цели

Целями анализа воздействия от падения предметов являются:
- идентификация и анализ опасностей МА, связанных с падением или раскачиванием предметов при выполнении грузоподъемных операций или при их механическом перемещении;
- предоставление исходных данных для разработки регламента проведения грузоподъемных операций и для проектирования средств защиты от падающих или раскачивающихся предметов, которые требуются для снижения потенциального риска МА.

С.9.2 Типовые входные данные

Входные данные для выполнения анализа воздействия от падения предметов, как правило, включают:
- проект регламента проведения грузоподъемных операций;
- 2D- и 3D- (при наличии) планы надводных и подводных объектов;
- описание нагрузок и траекторий подъема и перемещения [размеры и форма объектов, масса объектов (эксплуатационная и сухая), высота и частота подъема];
- описание грузоподъемного оборудования [тип крана, максимальная грузоподъемность и эксплуатационные ограничения (например, масса, высота, расстояние, скорость подъема), защитные устройства (например, сигнализация, зоны автоблокировки)];
- стандартные и характерные для данного объекта данные о неисправностях грузоподъемных устройств;
- критерии ударной прочности для палубы и других конструкций, предназначенных для защиты уязвимых систем и оборудования;
- природу, масштаб и последствия МА, связанных с уязвимыми системами и конструкциями (например, разгерметизация, потеря целостности).

С.9.3 Описание

Основными этапами анализа воздействия от падения предметов являются:

a) на основе рабочих схем подъема оборудования определение конструкций или зон, которые могут быть подвержены риску:
   1) падения груза, стрелы или крана,
   2) столкновения с раскачивающимся грузом или стрелой крана;
b) оценка уровня повреждения указанных выше систем или элементов конструкций;
c) оценка последствий и возможности эскалации:
   1) от выброса опасных материалов и последующего пожара, взрыва и т. д.,
   2) повреждения конструкции или прогрессирующего разрушения,
   3) повреждения основных систем безопасности;
d) определение возможности устранения опасности при проектировании, как правило, путем:
   1) альтернативных траекторий подъема, мест расположения крана/площадок складирования,
   2) зон автоматической блокировки,
   3) проектирования уязвимых систем или элементов конструкций с учетом максимальной прогнозируемой нагрузки при аварии или применения защитных конструкций,
   4) использования кранов, рассчитанных на применение в случаях, связанных с высоким риском (см. [*11*]),
   5) дублирования грузоподъемного оборудования,
   6) разработки проектных решений для последовательности отказов.

Если опасность невозможно исключить при проектировании, для целей количественной оценки риска должны быть добавлены параметры частотного повторения, причем меры по снижению рисков следует применять до тех пор, пока риски, связанные с работой крана, не будут признаны приемлемыми.

В целом, первоначальная оценка воздействия от падения объектов является качественной. На ее основании может быть проведена более точная и специальная количественная оценка.

При выполнении грузоподъемных операций необходимо использовать геометрические построения, чтобы определить возможность повреждения уязвимых объектов перемещаемыми грузами, кранами или их стрелами. Следует учитывать влияние атмосферных условий (ветер, зыбь, волны) на прогнозируемое перемещение грузов.

Необходимо рассчитать энергию удара по характеристическому уравнению движения. Механические воздействия, т. е. изгиб, перемещение, вдавливание и деформация груза и объекта, на который было воздействие, в результате чего энергия удара рассеивается, необходимо учитывать для оценки повреждения или неисправности. Для большей точности может быть проведен детализированный расчет методом конечных элементов.

Необходимо определить данные для оценки частоты отказов при подъемах.

При оценке воздействия от падающих объектов на подводные системы могут применяться различные методики прогнозирования траектории падения объектов в толще воды. Данная оценка может быть детерминированной или может использовать характерные вероятные распределения из экспериментальных данных/справочной литературы. Возможно потребуется выполнить дополнительное гидродинамическое моделирование в случае отсутствия достоверных данных для определения траектории падения, например для больших глубин. Для систем подводной добычи возможно также потребуется учесть опасности донного траления или якорей и предусмотреть средства защиты, необходимые для предотвращения данных опасностей, которые могут привести к значительным повреждениям или МА.

Воздействие на персонал, связанное с падением/раскачиванием грузов, не повлекших негативных последствий, следует оценивать как профессиональный риск.

С.9.4 Использование результатов

Результаты оценки воздействия от падающих объектов необходимо использовать, чтобы сделать заключение об уязвимости объектов перед опасностями от падающих или раскачивающихся предметов, о вероятности и последствиях этих событий и о том, требуется ли внесение изменений или модификаций в проект в части регламента проведения грузоподъемных операций.

Если источник опасности невозможно устранить, риск может быть смягчен, например, за счет:

- проектирования защитных конструкций для защиты от прогнозируемых ударных нагрузок;
- увеличения до максимума количества грузоподъемных операций, выполняемых во время остановочных ремонтов;
- запрета проведения грузоподъемных операций над оборудованием, относящимся к высокой группе риска;
- использования альтернативных методов проведения грузоподъемных операций, таких как двойные подъемные системы;
- соблюдения эксплуатационных ограничений для крана;
- управления целостностью грузоподъемных систем (осмотр, техническое обслуживание, проверка);
- профессионализма/обучения персонала, вовлеченного в данные процедуры;
- установления прямой видимости и связи;
- ограничения одновременных операций;
- установления плана экстренных мероприятий и правил поведения в экстренных ситуациях.

Предпочтение следует отдавать пассивным, а не активным мерам контроля/снижения риска. Приоритет операционных процедур должен рассматриваться в последнюю очередь, когда другие стратегии управления опасностями МА невозможны, не применимы или недостаточны.

Результаты анализа необходимо использовать для определения ударных воздействий, которые должны выдержать критические системы, а также как исходные данные для количественной оценки рисков и анализа безотказной работы аварийных систем.

С.10 Оценка столкновения судна с МНГС

С.10.1 Цели

Целями оценки столкновения судна с МНГС являются:

- идентификация возможного воздействия морских судов, эксплуатируемых на месторождении или проходящих за пределами зоны контроля МНГС, и оценка возможной нагрузки от столкновения и возможных повреждений;
- прогноз вероятности того, что ударное воздействие может вызвать неисправность конструкции и увеличить уровень риска.

С.10.2 Типовые входные данные

Входные данные для оценки столкновения судна с МНГС, как правило, включают:

a) для морских судов, работающих по распоряжению или под контролем владельца МНГС (например, суда обеспечения, аварийно-спасательные суда, строительные суда/суда-трубоукладчики, нефтеналивные танкеры и т. д.):

1) прогнозную частоту и типы операций морского судна в пределах охраняемой зоны вокруг МНГС, включая:
   - характеристики морских судов, включая их метод удержания на месте стоянки,
   - продолжительность операций, выполняемых морским судном,
   - понимание структуры собственности и управления для морских судов, обслуживающих МНГС;

b) в случае необходимости, прогнозную частоту отказов системы динамического позиционирования судна;

c) для судоходной и другой морской деятельности вне зоны контроля владельца МНГС:

1) определение морских путей сообщения и близость к ним, частоту прохождения крупнотоннажных судов,
2) информацию о возможном отклонении этих судов от маршрутов или их поломке.

С.10.3 Описание

Удар крупнотоннажного судна или судна, участвующего в эксплуатации МНГС, является причиной многих опасностей МА, в частности значительного повреждения конструкции, а также райзера или скважины (направляющей колонны).

Основными этапами оценки возможной силы удара и возможных последствий для судов, работающих в охраняемой зоне, являются:

a) определение судов, находящихся под управлением руководителя МНГС, и мероприятий по контролю для судов вне зоны контроля руководителя МНГС;

b) прогнозы по ожидаемым операциям обслуживающих судов (например, судов обеспечения, аварийно-спасательных судов, строительных судов/судов-трубоукладчиков, нефтеналивных танкеров и т. д.);

c) оценка вероятной тяжести возможного удара с учетом типа судна, скорости его приближения и требований к маневренности и системе удержания;

d) с учетом неопределенности оценки столкновения судна с МНГС прогнозируются обстоятельства, при которых значение нагрузки от удара судна, как правило, являющееся заданным, может быть превышено;

e) при необходимости — определение технических барьеров безопасности для предотвращения ударов, ведущих к нарушениям конструктивной целостности и к потере герметичности райзеров, направляющих колонн или технологической установки.

Если информация по частоте операций, выполняемых судном, и его размерах является доступной, значение риска столкновения можно рассчитать с использованием применимых методов оценки возможного отклонения судна от заданного маршрута на расстояние, достаточное для столкновения с МНГС.

Обычной причиной в данном случае является остановка судового двигателя, в результате чего оно начинает дрейфовать (медленное приближение к МНГС), или потеря управления судна, которое направляется в сторону МНГС с работающим двигателем (быстрое приближение к МНГС). Другой причиной столкновения может стать функционирование системы динамического позиционирования судна, находящегося в непосредственной близости от МНГС.

С.10.4 Использование результатов

Результаты оценки воздействия от столкновения судна с МНГС должны содержать следующую информацию:

a) оценка возможности столкновения с судном, работающим в границах охраняемой зоны МНГС, которая может использоваться:

1) для обеспечения мер защиты при проектировании, если они являются необходимыми и целесообразными для снижения вероятности повреждения ключевого оборудования или конструкции в результате столкновения,

2) разработки процедур эффективного управления движением морских судов,

3) определения минимальных стандартов управляемости и удержания положения любого судна, работающего в границах охраняемой зоны МНГС;

b) оценка возможности столкновения с крупнотоннажным судном, которое, вероятно, приведет к существенному воздействию и значительному ущербу для МНГС. Данная оценка может использоваться:

1) для разработки системы заблаговременного предупреждения о столкновении с судном и для проведения соответствующих мероприятий по аварийному реагированию (например, контролируемый останов и покидание МНГС до столкновения),

2) определения вероятной частоты воздействия, превышающего расчетную прочность конструкции МНГС, и связанного риска в сочетании с возможными последствиями.

С.11 Анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA)

С.11.1 Цели

Целями FMECA являются:

- идентификация всех возможных единичных отказов системы или оборудования, вероятных воздействий этих отказов и любых потенциальных последствий с точки зрения «тяжести» и «критичности»;

- прогнозирование вероятности того, что идентифицированный тип отказа приведет к отказу проектных мер (барьеров безопасности) и к увеличенному уровню риска.

С.11.2 Типовые входные данные

Входные данные для выполнения FMECA, как правило, включают:

- границы анализа и четкое определение системы или оборудования, которые необходимо включить в анализ (например, компоненты, подузлы, модули и т. п.) на корректном уровне в системной иерархии;

- установленные данные о частоте отказов для систем или компонентов оборудования. На этапе проектирования эти данные могут поступать от поставщиков, но наиболее существенными являются данные по оборудованию, фактически используемому на аналогичных МНГС;

- цель анализа и его результаты, например идентификация всех видов отказов в рассматриваемой системе.

В зависимости от типа требуемой информации необходимо выбрать используемые методы, которые могут включать следующее:

a) иерархический перечень оборудования (EBS), который обычно применяется при описании иерархической структуры систем;

b) структурные схемы надежности (RBD), которые идентифицируют критические пути функционального отказа для данной функции и четко идентифицируют все зоны резервирования. Структурные схемы должны быть разработаны в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 61078*;

c) функциональные блок-схемы (FBD), которые, как правило, являются основными для выполнения FMECA;

d) критические пути отказа, идентифицированные из дерева отказов или дерева событий. Дерево отказов необходимо разрабатывать в соответствии с *ГОСТ Р 27.302*, а дерево событий — в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 62502*.

С.11.3 Описание

FMECA, как правило, используют для идентификации оборудования или систем, являющихся критическими для управления опасностями МА, и в том случае, когда данных по отказам для прогнозирования надежности эксплуатации недостаточно.

Примечание — Данные о надежности оборудования МНГС в нефтяной и газовой промышленности представлены в *ГОСТ Р 70841*.

Для анализа оборудования и его компонентов, систем (проектируемых с применением коммерческих программных продуктов), процессов производства и монтажа, услуг и программного обеспечения используют различные методы, в то время как при проектировании МНГС наиболее распространенным методом FMECA является анализ проектируемых систем, включающий:

- анализ безопасности, устанавливающий типы единичных отказов для любой системы или оборудования и критичность в отношении ухудшения их способности функционировать надлежащим образом. При резервировании возможно применение результатов анализа дерева отказов по *ГОСТ Р 27.302* для анализа комбинаций видов отказов, приводящих к потере функции;
- анализ надежности для идентификации недостаточности проектных мер для управления опасностями МА. Имеются различные подходы к выполнению анализа надежности, например: дерево отказов по *ГОСТ Р 27.302*, блок-схемы расчета надежности по *ГОСТ Р МЭК 61078*, дерево событий по *ГОСТ Р МЭК 62502*, применение марковских методов по *ГОСТ Р МЭК 61165*, сети Петри (см. [*12*]) и моделирование по методу Монте-Карло и т. д;
- анализ критичности, который определяет значимость каждого отказа в качественном, полукачественном или количественном видах, в зависимости от типа исходных данных.

FMECA необходимо выполнять в соответствии с *ГОСТ Р 27.303*.

С.11.4 Использование результатов

Результаты анализа FMECA отдельно или в сочетании с более детализированными методами используют для того, чтобы определить:

- в состоянии ли критически значимая система или оборудование выполнять роли и функции, определенные в рамках управления опасностями МА;
- требуются ли корректирующие действия по проекту в целях улучшения надежности функционирования и назначить первостепенные задачи. Для этого используют матрицу критичности (матрицу рисков), которая в графическом виде показывает распределения значимости отказов и их последствий.

С.12 Анализ надежности/безотказности аварийных систем

С.12.1 Цели

Целью анализа надежности/безотказности аварийных систем является идентификация систем, которые необходимы для поддержания жизнеобеспечения МНГС, а также для оценки воздействия возможных МА на способность указанных систем функционировать надлежащим образом при чрезвычайной ситуации (см. [*13*]).

Данные системы необходимо оценивать систематически и единообразно в целях:

- предотвращения эскалации угроз для эвакуации из ВУ и маршрутов эвакуации;
- защиты ВУ;
- обеспечения эвакуации во ВУ и из него.

С.12.2 Типовые входные данные

Входные данные для выполнения анализа надежности/безотказности аварийных систем, как правило, включают информацию об оборудовании следующих систем:

- система обнаружения возгораний и загазованности;
- система пожарной безопасности;
- система противоаварийной защиты;
- система отопления, вентиляции и кондиционирования;
- оборудование для работы в скважинах;
- аварийные задвижки райзера;
- подводные изолирующие клапаны;
- система аварийной связи;

- система внешней связи;
- гидравлические системы КИПиА;
- интерфейсы в операторной;
- аварийное энергоснабжение (включая систему бесперебойного питания);
- аварийное освещение;
- навигационное оборудование;
- средства эвакуации;
- система обнаружения токсичного газа и защиты от него.

Средства эвакуации, включенные в данный перечень, следует более детально рассматривать в рамках выполнения анализа аварийного покидания, эвакуации и спасания (см. С.7).

Также проводят оценку характера и масштаба МА, которые могут произойти на МНГС, включая выбросы и утечки, пожары, взрывы, столкновение с судном, крушение вертолета, падение грузов (сильная вибрация), внешние воздействия, риски для окружающей среды и т. д.

С.12.3 Описание

В начале анализа роль и значимость указанных выше систем рассматривают по отношению к каждому возможному опасному событию, которое может привести к МА. Любые системы или элементы, в отношении которых необходимо проводить мероприятия по снижению рисков, считают критическими.

Если критическую систему признают безаварийной, т. е. ни один из ее компонентов не считают отказоопасным, то дальнейший анализ такой системы не требуется.

Если системы являются критическими и не безаварийными, необходимо оценить уязвимость их компонентов относительно прогнозируемых аварий и вмешательства человека.

Система является уязвимой, если возможны повреждения или нарушения, в результате которых она не может функционировать в течение требуемого периода времени. Данный период времени — это либо время, в течение которого ВУ способно выдержать негативное воздействие (минимум 1 ч), либо минимальный период времени, требуемый для безопасной эвакуации персонала, начиная с возникновения аварийной ситуации.

Для критических систем необходимо проводить оценку следующих параметров:

- цель системы;
- критичность системы (насколько значима система для управления МА);
- возможность эскалации (сможет ли система функционировать);
- целостность ВУ (воздействие нефункционирующей системы);
- спасение/эвакуация (воздействие нефункционирующей системы);
- уязвимость (для МА, где она имеет критическое значение);
- вывод.

С.12.4 Использование результатов

Результаты анализа надежности/безотказности аварийных систем необходимо задокументировать в целях информирования персонала, участвующего в эксплуатации МНГС, а также специалистов, связанных с его возможными будущими модификациями.

Если результатом анализа определено, что критическая система уязвима к воздействию МА и, следовательно, может подвергнуть опасности системы жизнеобеспечения или аварийные системы, то необходимо предпринять все надлежащие меры по исправлению способности системы функционировать в аварийных условиях (например, перемещение, резервирование, защита, изменения проекта).

С.13 Оценка рисков

С.13.1 Цели

Целями оценки рисков являются определение прогнозной частоты, с которой может произойти МА, с использованием общепринятых и подтвержденных методов, а также собственно оценка риска для персонала и окружающей среды (произведение «последствия × частота») (см. [*14*], [*15*]).

С.13.2 Типовые входные данные

Входные данные для оценки рисков, как правило, включают:

- отчеты по HAZID и реестр опасностей МА;
- стратегии управления опасностями МА (опасности и проектные решения для управления ими);
- отчеты по анализу пожаро- и взрывоопасности;
- отчет по анализу рассеивания дыма и газа;
- отчет по анализу аварийного реагирования;
- отчет по анализу влияния человеческого фактора;
- отчет по анализу аварийных систем и отчет по SIL;
- отчет по FMECA;
- проектные данные по технологическому процессу, райзерам, компоновочным решениям и т. д.;

- изолируемые материальные запасы и идентифицированные источники потенциальных выбросов (например, соединения трубопроводов с емкостями и сосудами, клапаны, КИПиА и т. д.);
- установленные данные по источникам известных выбросов и другим факторам, которые влияют на частоту МА (например, вероятность возгорания, данные по отказу оборудования);
- установленные критерии ущерба, вреда, причиненного персоналу или сооружениям;
- ключевые допущения, лежащие в основе проводимого анализа.

С.13.3 Описание

Анализ опасностей МА объединяют с историческими данными по авариям или с другими оценками частоты отказов, чтобы спрогнозировать риск, связанный с каждой из идентифицированных опасностей МА, с учетом примененных (или предложенных) проектных решений по управлению ими.

Оценку рисков проводят, когда исходных данных достаточно для ее выполнения и проект является достаточно зрелым. Результаты оценки рисков, как правило, применяют:

- на более ранних стадиях проекта (например, на стадии разработки предпроектной и проектной документации), когда результаты анализа рисков можно использовать, в частности, для формирования технических барьеров безопасности и требуемых стандартов эффективности;
- на стадии разработки рабочей документации, когда технические требования проекта в основном определены. В данном случае результаты оценки используют для того, чтобы риски для персонала и окружающей среды находились в приемлемых пределах и соответствовали целям и критериям проекта;
- на промежуточных этапах, при необходимости, для актуализации значения риска для определенных объектов или оборудования.

Основные шаги для проектной команды по внедрению количественной оценки риска следующие:

a) обеспечить понимание представителем проектной команды применяемого процесса QRA и возможность проследить за ходом процесса, начиная от опасности МА до окончательного прогнозирования риска. Это важно, когда в результате анализа получены неожиданные результаты, и необходимо отследить весь процесс и оценить их обоснованность;

b) определить действия по снижению риска, которые необходимо рассчитать и задокументировать (например, индивидуальный риск, групповой риск, частота несчастных случаев со смертельным исходом, частота повреждений ВУ, кривые FN и т. д.);

c) уточнить критические критерии и допущения в отношении проектирования и эксплуатации МНГС (например, пределы прочности конструкции при аварийных нагрузках, критерии повреждения ВУ/места сбора);

d) согласовать основу для проведения оценки и обеспечить, чтобы это было четко определено в техническом задании и итоговых отчетах;

e) согласовать диапазон анализа чувствительности, требуемого для оценки уровня неопределенности, и спрогнозировать чувствительность результатов к изменению допущений или технических барьеров безопасности;

f) уточнить, требуются ли промежуточные результаты для проектирования технических барьеров безопасности и стандартов эффективности;

g) определить, каким образом необходимо зарегистрировать результаты оценки, чтобы предоставить контролируемое описание риска, включающее модели и применяемые методы, а также любую неопределенность в обосновании результатов.

Количественную оценку риска часто проводят специалисты, не являющиеся частью проектной команды, и поэтому необходимо, чтобы они имели четкое понимание проекта МНГС и всех его особенностей. Кроме того следует организовать рабочие взаимоотношения между данными специалистами и проектной командой.

Качественная оценка риска должна быть выполнена группой компетентных специалистов, использующих такой метод, как матрица рисков, который более подходит для начальных этапов крупного проекта или для небольших простых МНГС.

С.13.4 Использование результатов

Результаты оценки рисков используют в сочетании с анализом МА в качестве рекомендаций и указаний при проектировании.

Результаты оценки рисков должны быть представлены в следующем виде:

- описание риска, в установленной форме показывающее риск для персонала и окружающей среды (например, индивидуальный риск, групповой риск, частота несчастных случаев со смертельным исходом, частота повреждений ВУ, кривые FN, потеря основной функции безопасности и т. д.);
- вклад в совокупный риск, относящийся к определенным зонам МНГС и/или типам МА в этих зонах;
- распределение по вкладу в совокупный риск по типу опасности (например, углеводородные и неуглеводородные опасности, производственные опасности);
- подтверждение, что риск для персонала и окружающей среды ниже допустимых пределов и соответствует критериям допустимости к рискам проекта.

С.14 Исследование опасности и работоспособности HAZOP

С.14.1 Цели

Целью исследования HAZOP является структурный анализ какой-либо системы, проводимый группой экспертов с целью идентификации опасностей, их причин, последствий, защитных мер и мер по устранению последствий в соответствии с *ГОСТ Р 27.012*.

С.14.2 Типовые входные данные

Входные данные для проведения HAZOP, как правило, включают:

- схемы технологического процесса;
- принципиальные схемы систем (P&IDs);
- диаграммы причинно-следственных связей (C&E);
- философии и процедуры эксплуатации, контроля и останова.

Кроме того, перед началом исследования технологическую установку или систему необходимо разделить на подсистемы или секции, называемые «узлы».

С.14.3 Описание

Исследование HAZOP рекомендуется проводить на начальных этапах при проектировании новых МНГС, а также при модификации существующих МНГС.

HAZOP проводит группа экспертов различной специализации, которые используют системный подход для идентификации проблем опасности и работоспособности, возникающих в результате отклонений процесса от нормального режима функционирования. Исследование выполняют под руководством квалифицированного руководителя HAZOP, с участием секретаря, который ведет протоколы обсуждений для дальнейшей оценки и принятия решения. Группа экспертов исследует конструкцию МНГС, используя определенный набор управляющих слов, которые применяют к установленным параметрам процесса в дискретных местах расположения или «узлах исследования» системы.

HAZOP предполагает выполнение серии повторяющихся шагов:

1) идентификация секции установки на P&ID;
2) определение требований к проекту и нормальных условий функционирования данной секции;
3) идентификация отклонений от требований к проекту или условий функционирования с использованием «управляющих слов»;
4) идентификация возможных причин и последствий отклонений;
5) идентификация существующих защитных мер, направленных на предупреждение отклонений, и определение дальнейших необходимых действий;
6) протоколирование обсуждений и действий.

Шаги 3)—6) необходимо повторять до тех пор, пока не будут рассмотрены все управляющие слова и, следовательно, все значимые отклонения. Затем группа экспертов возвращается к шагу 1) и повторяет процесс для следующей секции МНГС.

Обычной практикой является запись результатов обсуждения причин отклонений, их воздействий и защитных мер для каждого узла или части процесса, оформленная в виде таблицы. По окончании HAZOP, а также после выполнения всех действий по результатам исследования необходимо оформить соответствующий отчет.

С.14.4 Использование результатов

HAZOP является стандартным методом, применяемым при проектировании МНГС. Результатами исследования HAZOP являются выявленные опасности и проблемы эксплуатации, рекомендации по изменению проекта, рабочих процедур и т. д., направленные на совершенствование системы, а также по проведению дополнительных исследований в тех областях, где невозможно сделать заключения из-за недостатка информации.

Причины и последствия отклонений, идентифицированных при проведении HAZOP, можно использовать в последующем анализе полноты безопасности приборных систем.

С.15 Анализ полноты безопасности приборных систем

С.15.1 Цели

Целью анализа полноты безопасности приборных систем является подтверждение того, чтобы технические требования к проектированию, техническому обслуживанию и эксплуатации функций безопасности приборных систем SIF соответствовали уровням допустимого риска.

С.15.2 Типовые входные данные

Входные данные для проведения анализа полноты безопасности, как правило, включают:

- P&IDs;
- C&E;
- философии и процедуры эксплуатации, контроля и останова;
- отчет(ы) по результатам исследования HAZOP.

Примечание — В *ГОСТ Р МЭК 61511-1* представлен обзор жизненного цикла приборных систем безопасности с четко определенными этапами, входными и выходными данными для каждого этапа.

С.15.3 Описание

Термин «уровень полноты безопасности» (SIL) относится к понятию «функция безопасности приборных систем» (SIF), которая обычно включает один или несколько датчиков, логическое решающее устройство и один или более исполнительных устройств.

Основными этапами жизненного цикла приборных систем являются:

a) определение требуемого снижения риска, которого необходимо достичь с помощью SIF, и, следовательно, требуемый SIL;

b) подтверждение того, что проект SIF соответствует требуемому уровню полноты безопасности в отношении средней вероятности отказа при запросе (PFD_{avg}) (для режима работы SIF по запросу), частоты опасных отказов (для непрерывного режима работы SIF), ограничений архитектуры системы и проектных требований в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018* (раздел 11). Эту деятельность называют «верификация SIL».

Примечание — В *ГОСТ Р МЭК 61508-6* приведено руководство по расчету надежности систем безопасности (см. также [*16*]).

Определение уровня снижения риска, которого необходимо достичь с помощью SIF, осуществляется командой, состоящей из инженеров-специалистов и представителей службы эксплуатации под руководством координатора. Данная процедура требует внедрения определенной методики, например калибровки графа риска, анализа уровней защиты LOPA, согласно *ГОСТ Р МЭК 61511-1*, *ГОСТ Р МЭК 61511-2*, *ГОСТ Р МЭК 61511-3*, где приведена более детальная информация по оценкам уровней полноты безопасности.

Процесс анализа необходимо задокументировать надлежащим образом, чтобы его результаты можно было использовать на протяжении всех этапов жизненного цикла SIS. Документирование, как правило, осуществляет секретарь, оказывающий поддержку координатору.

Требования полноты безопасности устанавливают с учетом требуемого снижения риска. Это предполагает определение уровня SIL (между SIL1 и SIL4), включая требования, связанные с вероятностными аспектами (PFD_{avg} или частота опасных отказов) и качественными ограничениями (например, отказоустойчивость, прослеживаемость, стойкость к систематическим отказам и т. д.). Требования становятся более строгими по мере того, как возрастает требуемое снижение риска.

Верификация SIL включает количественный анализ для подтверждения соответствия SIS требуемому SIL или PFD с учетом таких факторов, как архитектура, требуемые интервалы между испытаниями, отказы по общей причине и т. д.

Верификация SIL должна документироваться надлежащим образом.

Для проведения анализа SIL, а также верификации SIL может быть применено соответствующее программное обеспечение.

Использование LOPA требует, чтобы компания установила цели в отношении рисков, которые необходимо достичь. Для определенных видов последствий (безопасность, окружающая среда или имущество) это называется «целевое снижение уровня риска» (TMEL).

Изменения любых SIS следует надлежащим образом контролировать для поддержания требуемой полноты безопасности SIS с учетом реализованных изменений.

В *ГОСТ Р МЭК 61511-1* приведены данные по каждому этапу жизненного цикла SIS/функциональной безопасности.

С.15.4 Использование результатов

Результаты анализа полноты безопасности приборных систем могут использоваться:

- для вклада в проект каждой SIS в целях соответствия SIF требуемому уровню SIL;
- определения функциональных требований и требований к техническому обслуживанию/испытанию для каждой SIF;
- формирования основы для управления изменениями любой SIS.

С.16 Анализ влияния человеческого фактора

С.16.1 Цели

Целью анализа влияния человеческого фактора является разработка проекта, устойчивого к ошибкам человека.

С.16.2 Типовые входные данные

Входные данные для анализа влияния человеческого фактора, как правило, включают:

- результаты других исследований, проводимых в рамках управления опасностями МА, таких как HAZID, HAZOP и др.;
- предварительные принципы эксплуатации и технического обслуживания;

- детальный анализ таких аспектов, как социальные вопросы, вопросы окружающей среды, охраны здоровья, определение их характеристик и изучение взаимоотношения между ними.

С.16.3 Описание

Для проведения анализа влияния человеческого фактора применяется множество методов. В основе некоторых из них (основанных на анализе ошибок в результате человеческого фактора при оценке рисков по отдельным видам работ, (см. [*17*]) лежит идентификация организационных барьеров безопасности и анализ ключевых задач обеспечения безопасности, а также оценка прочности или отказоустойчивости данных барьеров безопасности, ожидания в отношении надлежащей работы персонала и возможности его ошибки в сценарии МА.

Другие методы рассмотрения ошибок, возникших в результате человеческого фактора, ставят задачу идентификации точек интерфейса «человек—машина» в проекте (т. е. предохранительные клапаны и контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации, локальная система управления и центральный пульт управления, оборудование, являющееся критическим с точки зрения технического обслуживания) и обеспечения соответствующих проектных требований, необходимых для поддержания проектных задач.

Целей исследования можно достичь путем идентификации:

1) значимых возможных ошибок человека;

2) факторов, способствующих вероятному возникновению ошибок (например, некачественное проектирование, отвлечение внимания, нехватка времени, загруженность работой, компетенция персонала, дисциплина, уровень шума, коммуникационные системы и прочие факторы, влияющие на работу).

Необходимо снизить, насколько это возможно, вероятность ошибок человека путем изменения задачи или проекта оборудования или путем внедрения мер контроля и управления, таких как изменение проекта автоматизированного рабочего места оператора, резервирование, увеличение компетенции персонала, обновление процедур, организация обучения на диспетчерских тренажерах и т. д.

Ключевые принципы управления ошибками человека следующие:

a) ошибка человека является допустимым и прогнозируемым явлением, которое можно идентифицировать и которым можно управлять;

b) снижение количества возможных ошибок человека необходимо проводить начиная с ранних стадий проекта;

c) в целях снижения количества ошибок человека необходимо привлекать персонал, участвующий в разработке задач и процедур;

d) оценка рисков должна определять:

1) возможна ли ошибка человека при выполнении ключевых задач обеспечения безопасности,

2) факторы, способствующие вероятному возникновению ошибок,

3) контрольные меры, необходимые для их предотвращения.

Проект помещения центрального пульта управления, производственных помещений и оборудования может оказать большое влияние на работу человека. Несоблюдение принципов эргономики может иметь негативные последствия для персонала и для компании в целом. Эффективное применение принципов эргономики делает работу персонала безопасной, более здоровой и эффективной.

Ошибки человека и принципы эргономики необходимо рассматривать как можно раньше в процессе проектирования, привлекая специалистов, обладающих знаниями о рабочем процессе и конечных пользователях.

С.16.4 Основные принципы проектирования

Основными принципами проектирования в целях снижения ошибок человека являются следующие:

1) оборудование должно проектироваться в соответствии с положениями *ГОСТ Р 57288, ГОСТ EN 614-2, ГОСТ Р 57611, ГОСТ EN 894-1 и ГОСТ EN 894-3, ГОСТ Р ИСО 9355-1*, *ГОСТ Р ИСО 14122-1 — ГОСТ Р ИСО 14122-4*, [*13*] и [*18*]);

2) помещение центрального пульта управления следует проектировать в соответствии с положениями *ГОСТ Р ИСО 11064-1 — ГОСТ Р ИСО 11064-7*;

3) требования и рекомендации для человеко-ориентированных принципов и деятельности на протяжении всего жизненного цикла компьютерных интерактивных систем установлены в *ГОСТ Р ИСО 9241-210*, а основные антропометрические измерения для технического проектирования приведены в *ГОСТ Р ИСО 7250-1*;

4) необходимо учитывать физические параметры операторов в соответствии с положениями *ГОСТ EN 1005-4*, *ГОСТ EN 1005-5* и *ГОСТ Р ИСО 9241-920* (см. также [*19*]);

5) установки и процессы следует проектировать с учетом пригодности и удобства эксплуатации, а также других этапов жизненного цикла МНГС, например вывода из эксплуатации;

6) должны быть приняты во внимание все прогнозируемые режимы эксплуатации МНГС, включая нештатные и аварийные ситуации;

7) необходимо учитывать интерфейс «пользователь — система».

С.16.5 Использование результатов

Результаты анализа влияния человеческого фактора необходимо использовать для идентификации всех обоснованных модификаций, которые могут быть внесены в проект МНГС. Он включает несколько исследований,

которые, по мере возможности, должны быть интегрированы в другие проводимые исследования. Результаты анализа следует учитывать:

- при рассмотрении вариантов снижения риска, если в ходе анализа идентифицированы действия персонала, которые могут привести к МА в случае их неправильного выполнения;
- идентификации тех задач персонала, при решении которых необходимо проведение тренировок, в целях их безошибочного выполнения в условиях чрезвычайных происшествий;
- формировании исходных данных для разработки процедур в рамках выполнения критических операций или задач, связанных с техническим обслуживанием, чтобы они были четкими, актуальными и представлены в форме, которая будет использована операторами;
- отборе, обучении и оценке компетентных работников, вовлеченных в управление опасностями МА;
- использовании в проектировании, строительстве и монтаже новых МНГС и оборудования во избежание любых ошибок человека.

С.17 Оценка риска для окружающей среды

С.17.1 Цели

Цель оценки риска для окружающей среды — идентификация любого вреда для окружающей среды, возникающего вследствие эксплуатации МНГС, а также разработка мер, требуемых для снижения риска причинения вреда до уровня, установленного надзорными органами для данного вида деятельности и соответствующего внутренним стандартам компании.

С.17.2 Типовые входные данные

Входные данные по оценке риска для окружающей среды включают:

- отчет по оценке объема работ, определяющий наиболее значимые вопросы воздействия на окружающую среду;
- основной отчет, включающий природоохранные, социальные и санитарно-гигиенические аспекты проекта с целью определения его характеристик чувствительности и изучения взаимодействия между данными аспектами.

С.17.3 Описание

Оценка риска для окружающей среды включает четыре этапа:

a) идентификация опасности(ей);
b) оценка возможных последствий для окружающей среды;
c) оценка вероятности опасности;
d) характеристика риска и неопределенности.

Данные, необходимые для проведения надлежащего анализа и последующей квалификации рисков могут быть качественными, количественными или полуколичественными.

На каждом этапе оценки риска для окружающей среды неизменно присутствует неопределенность. Методы, применяемые для анализа и управления такими неопределенностями, включают сбор дальнейшей информации, использование надежных источников, плотность распределения вероятности, линейные методы Байеса и/или анализ чувствительности.

С.17.4 Использование результатов

Результаты оценки риска для окружающей среды включают:

- идентификацию опасностей, а также методов, которые необходимо применять для управления экологическими рисками проекта;
- план устойчивого развития;
- план мероприятий по сохранению биологического разнообразия;
- схему использования водных ресурсов;
- взаимодействие с заинтересованными сторонами.

Результаты данного структурного процесса включают утверждения о наличии, вероятности и существенности вреда для окружающей среды, методах оценки риска, допущениях и неопределенностях.

Управление рисками для окружающей среды включает:

a) устранение источника риска, если возможно;
b) смягчение последствий воздействия;
c) перенос риска посредством применения новой технологии, процедур или инвестирования;
d) использование потенциальных выгод от риска;
e) принятие риска.

Предпочтительный вариант зависит от ряда параметров, таких как технические факторы, экономические факторы, экологическая безопасность, социальные вопросы и организационные возможности в соответствии с *ГОСТ Р ИСО 14001*.

С.18 Техническое задание на проектирование

С.18.1 Общие положения

По каждому планируемому исследованию объем работ или техническое задание на проектирование должны быть подготовлены и согласованы с проектной командой и заинтересованными лицами. В техническом задании устанавливают требования к проектной деятельности, включая:

- цели и задачи исследования;
- объекты, которые необходимо включить в проект, и указание соответствующей фазы проекта;
- тип отчета и срок его выпуска;
- используемые методы;
- исходные данные по проекту для проведения исследования/анализа (например, документы, чертежи, данные для проведения моделирования и другая информация, требуемая в рамках проекта);
- применяемые допущения;
- график разработки документов;
- группу участвующих в исследовании специалистов с распределением ответственности;
- систему отслеживания и выполнения действий.

Каждое выполненное исследование должно быть официально задокументировано с целью использования в процессе проектирования.

С.18.2 Допущения

Большинство методов идентификации и анализа опасностей МА основаны на некоторых переменных величинах, относящихся к проекту, или на параметрах, являющихся частью исследований, закрепленных в виде допущений (например, инженерные оценки, наилучшая практика и т. д.). Любые допущения должны быть четко обозначены во введении к проводимому исследованию во избежание неоднозначного толкования результатов.

Приложение D
(справочное)

Стратегия управления опасностями крупных аварий при проектировании

D.1 Безопасные проектные решения (ISD)

Целью применения ISD является разработка проекта МНГС, исключающего возможность МА или способствующего снижению их потенциальных последствий.

Общими принципами ISD являются следующие:

a) анализ достаточности количества персонала для эксплуатации МНГС с целью идентификации тех мер, которые позволят его снизить;

b) для стационарных МНГС с опорной частью ферменного типа рассмотрение возможности применения отдельно стоящих платформ, соединенных переходным мостом, на одной из которых будет размещено технологическое оборудование, а на другой — ВУ/жилой модуль и неопасные вспомогательные системы и т. п.;

c) применение необитаемых платформ или платформ без постоянного присутствия персонала, а также мер, направленных на минимизацию количества посещений и количества требуемого персонала;

d) при возможности — расположение МНГС за пределами выявленных опасных зон (например, морских путей сообщения, сейсмоопасных зон или тех зон, где грунтовое основание может быть неустойчивым);

e) отказ от хранения нефти или газа на МНГС, минимизация необходимости хранения легковоспламеняющихся и опасных химических веществ;

f) отказ от бурения или ремонта скважин на МНГС (в целом, совокупный риск, связанный с бурением и добычей, выше, чем риски, связанные с добычей и бурением по отдельности);

g) обеспечение конструктивной прочности с целью выдержать ударное воздействие морского судна, эксплуатируемого в непосредственной близости от МНГС, а также от падающих и раскачивающихся грузов;

h) обеспечение собственной остойчивости плавучего МНГС при нормальных и аварийных условиях, включая предотвращение случайного затопления сухих и/или балластных отсеков;

i) для плавучих МНГС — наличие якорного устройства, спроектированного таким образом, чтобы выдерживать экстремальные нагрузки от воздействия окружающей среды, даже после отказа одной или более якорных линий;

j) использование более простого, но в то же время надежного проекта, чтобы избежать потребности в сложном оборудовании и системах управления и тем самым снизить количество персонала, требуемого для эксплуатации МНГС;

k) применение открытых модулей в целях усовершенствования естественной вентиляции (предотвращение взрыва или пожара при распылении легковоспламеняющегося газа) и свободное удаление продуктов взрыва в случае такого происшествия (снижение избыточного давления взрыва и нагрузки от лобового сопротивления). Отказ от закрытых тесных помещений с ограниченной естественной вентиляцией, где выброс воспламеняемого газа может вызвать разрушительный взрыв и распространение его последствий;

l) разделение модулей открытыми пространствами, если это возможно, что способствует прекращению цепочки взрывов (снижение вероятности распространения взрывов на большое расстояние при соответствующем высоком избыточном давлении);

m) компоновочные решения, обеспечивающие разделение и/или изоляцию опасных зон. Расположение наиболее опасных функций на наиболее удаленном расстоянии от ВУ/места сбора, жилого модуля (т. е. мест скопления наибольшей части персонала);

n) обеспечение конструктивной прочности, способной выдержать нагрузки от взрыва или пожара и предотвратить эскалацию, вызванную деформацией или отказом конструкции (деформация опорного основания МНГС является стандартной причиной последующего выброса);

o) снижение возможности распространения МА путем использования конструктивных технических барьеров безопасности, способных защитить ключевые объекты, такие как ВУ и места эвакуации, принимая также во внимание, что противопожарные и взрывозащитные технические барьеры безопасности могут способствовать ухудшению естественной вентиляции и увеличению вероятности образования облака горючего газа и воспламенения, а также избыточного давления взрыва;

p) снижение возможности выброса путем:

1) применения работающих при номинальной нагрузке трубопроводов, райзеров и устройств приема скважинного флюида с целью исключить опасность избыточного давления (трубопроводная обвязка, клапаны, емкости и т. д.),

2) разработки спецификаций на материалы с целью снизить вероятность выброса (например, в результате коррозии/эрозии),

3) минимального количества соединений труб, приборов и оборудования,
4) ограничения любых возможных утечек при помощи высоконадежных соединений.

D.2 Барьеры безопасности

D.2.1 Общие положения

Барьеры безопасности — это защитные мероприятия или средства контроля, функционально сгруппированные с целью предотвращения МА или уменьшения их последствий. Барьеры можно подразделить на следующие категории:

a) технические барьеры безопасности — инженерно-технические средства, спроектированные и управляемые с целью предотвращения МА и ограничения всех возможных последствий;

b) организационные барьеры безопасности — действия персонала, направленные на предотвращение МА и ограничение всех возможных последствий.

Ни один барьер безопасности не может считаться абсолютно эффективным, так как вероятность возникновения проблем или отказов, снижающих его эффективность, присутствует постоянно. Следовательно, в целом необходимо иметь множество барьеров безопасности, чтобы снизить вероятность МА (см. рисунок D.1).

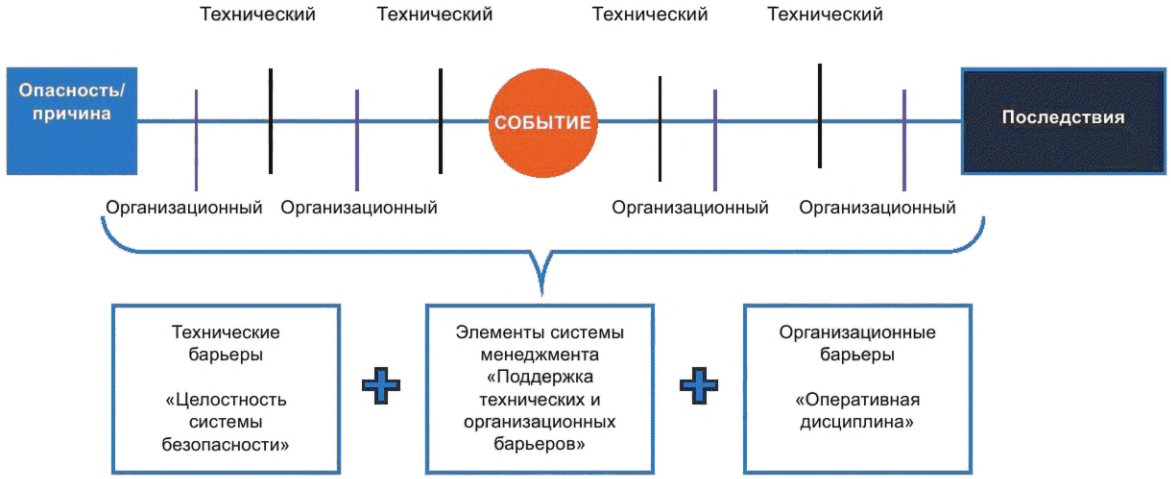


Рисунок D.1 — Барьеры безопасности для снижения вероятности МА

Вероятность МА в дальнейшем снижается, если множественные барьеры безопасности являются полностью функциональными и независимыми. Если условия независимости и полной функциональности выполнены, можно снизить количество требуемых барьеров безопасности. Барьер безопасности описывается как независимый, если у него отсутствуют режимы отказа, сходные с другими барьерами безопасности.

D.2.2 Технические барьеры безопасности

Основные функциональные элементы технических барьеров безопасности — это, как правило:

a) барьеры безопасности, призванные предотвратить или снизить вероятность МА:
   1) конструктивная целостность,
   2) обеспечение герметичности технологического оборудования;
b) барьеры безопасности, призванные ограничить последствия МА:
   1) предупреждение возгорания,
   2) обнаружение и мониторинг,
   3) защита,
   4) изоляция,
   5) аварийное реагирование,
   6) спасение жизней.

Пассивные технические барьеры безопасности — это барьеры, выполняющие барьерную функцию фактом своего присутствия. Некоторые пассивные барьеры безопасности подвержены отказам, например: обвалование является пассивным барьером безопасности, требующим проведения осмотров и технического обслуживания.

Активные технические барьеры безопасности — это инженерно-технические системы, которые работают по требованию, без вмешательства оператора. Активные барьеры безопасности, как правило, включают множество активных элементов: датчики обнаружения опасных ситуаций, логическое устройство, контрольное устройство. Активные барьеры безопасности могут потребовать наличия множества систем обнаружения и реагирования на множество потенциальных сценариев аварий и могут быть затратными с точки зрения проектирования, приобретения, монтажа, эксплуатации и технического обслуживания.

Примеры систем, которые могут быть использованы для выполнения различных функций технических барьеров безопасности, перечислены в таблице D.1.

Таблица D.1 — Примеры систем, соответствующих функциям технических барьеров безопасности

Конструктивная целостность	Обеспечение герметичности технологического оборудования	Защита
Фундамент. Конструкция опорной части/корпуса. Конструкция верхнего строения. Подъемно-транспортное оборудование. Управление грузовыми и балластными операциями. Системы швартовки. Буровые системы	Устьевое оборудование/фонтанная арматура. Технологическое оборудование. Динамическое оборудование. Огневые нагреватели. Резервуары. Системы трубопроводов и соединения КИПиА. Промысловые и магистральные трубопроводы. Предохранительные системы. Системы изоляции скважины. Танкеры/отгрузочные устройства. Дозаправка вертолета	Системы водяного орошения. Пожарные насосы/кольцевой пожарный водопровод. Системы пожаротушения. Спринклерные системы. Стационарное противопожарное оборудование. Системы пенного пожаротушения. Устройства подавления взрыва. Пассивная противопожарная защита. Защита от столкновения с судами
Предупреждение возгорания	Обнаружение и мониторинг	Изоляция
Вентиляция опасных зон. Сертифицированное электрооборудование. Системы инертного газа. Заземление. Системы продувки. Электрическая система блокировки. Система розжига факельного оголовка	Система обнаружения пожара и утечек газа. Система навигации и связи. Мониторинг фундамента/систем швартовки. Мониторинг состояния скважин. Мониторинг предупреждения столкновений. Сбор гидрометеорологических данных	Системы противоаварийной защиты и аварийного сброса давления. Системы защиты от избыточного давления. Изоляция скважин. Запорные клапаны трубопровода. Подводные запорные клапаны. Противовыбросовое оборудование.
Аварийное реагирование		Спасение жизней
Эвакуационно-спасательные пути. Аварийное/эвакуационное освещение. ВУ. Системы связи. Аварийный источник питания. Источник бесперебойного питания. Дренажные системы		Персональные средства жизнеобеспечения. Закрытая спасательная капсула (TEMPSC)/спасательные плавсредства. Поисково-спасательные средства

D.2.3 Организационные барьеры безопасности

Организационные барьеры безопасности главным образом относятся к действиям персонала, направленным на поддержание целостности МНГС и оборудования. Примерами организационных барьеров являются:

a) функционирование в расчетных границах рабочих режимов МНГС или оборудования;

b) подготовка оборудования к изоляции или техническому обслуживанию;

c) действия при изменении состояния оборудования, например при проведении планового мониторинга;

d) разрешение на применение временного или передвижного оборудования;

e) принятие в эксплуатацию объектов или оборудования, в том числе после ремонта или технического перевооружения;

f) действия при аварийной сигнализации и возникшей нештатной ситуации;

g) действия при аварийной ситуации.

Эффективность организационных барьеров безопасности зависит в первую очередь:

- от разработки проекта, устойчивого к отказам;
- достаточного количества времени для ответа оператора;
- надлежащих процедур, выполняемых оператором;
- обучения оператора выполнению требуемых процедур.

Персонал, ответственный за обеспечение организационных барьеров безопасности, должен выполнять свою роль в соответствии с принятыми стандартами и процедурами, без соблюдения которых эффективность барьеров безопасности снижается.

При оценке организационных барьеров безопасности необходимо рассмотреть:

- воздействие стресса;
- трудоемкость;
- сложность в принятии решений;
- условия труда;
- легкость выполнения задач;
- отвлекающие факторы, которые могут присутствовать при попытке выполнить ключевые задачи обеспечения безопасности.

Кроме того, на эффективность организационных барьеров безопасности в аварийных ситуациях могут оказывать влияние высокая температура, токсичный газ, дым, загазованность или другие дезориентирующие воздействия. Более детальная информация по анализу человеческого фактора при выполнении ключевых задач обеспечения безопасности приведена в С.16.

D.2.4 Элементы системы менеджмента

Элементы системы менеджмента являются частью общей системы менеджмента, необходимой для реализации технических и организационных барьеров безопасности в целях предотвращения МА и смягчения их последствий. Системы менеджмента, как правило, включают следующие аспекты:

- руководство и ответственность (включая подотчетность и ресурсное обеспечение и т. д.);
- политики, стандарты и цели;
- организация, ресурсы и возможности (включая компетенции, обучение, взаимодействие с подрядчиками и т. д.);
- заинтересованные стороны и заказчики;
- оценка и контроль рисков (включая управление изменениями и т. д.);
- проектирование объекта и обеспечение его целостности (включая оценку рисков, проектирование и управление техническими барьерами безопасности и т. д.);
- планы и процедуры (включая управление действиями в чрезвычайных и кризисных ситуациях и т. д.);
- выполнение работ (включая допуск на выполнение работ и т. д.);
- мониторинг, отчетность (включая расследование аварий и т. д.);
- обеспечение качества, анализ и усовершенствование (включая аудит и анализ системы управления и т. д.).

Приложение Е
(справочное)

Стандарты эффективности систем барьеров безопасности

Е.1 Стандарты эффективности технических барьеров безопасности

Стандарты эффективности — это однозначные утверждения, устанавливающие минимальные ожидаемые стандарты функционирования для ключевых параметров каждого технического барьера безопасности. Для поддержки полной функции барьера безопасности может быть разработано множество связанных между собой стандартов эффективности.

Стандарты эффективности технических барьеров безопасности состоят из нескольких элементов и, как правило, оформляются в стандартной форме-шаблоне (см. таблицу Е.1).

Таблица Е.1 — Пример формы-шаблона стандарта эффективности технического барьера безопасности

Показатели	Наименование барьера безопасности	Ответственное лицо
Функция барьера безопасности	Высокоуровневое описание системной функции барьера безопасности. Например, функцией опорного основания, корпуса, верхнего строения является поддержание всех систем и оборудования на протяжении всего жизненного цикла МНГС, а также способность выдерживать экстремальные воздействия и аварии без потери конструктивной целостности	
Область применения	Идентификация оборудования и систем, включенных в систему барьеров безопасности, на которые распространяются требования к стандартам эффективности	
Исключенные элементы/оборудование	—	
Интерфейсы стандарта эффективности	—	
Функциональные требования *F*		
Функция		Информация по верификации
F1	Определяет требования к функционированию системы барьеров безопасности для выполнения своей заявленной роли и для достижения установленных целей управления опасностями МА и снижения рисков	—
F2		
Готовность *A*		
A1	Устанавливает требуемый/ожидаемый уровень готовности системы барьеров безопасности в условиях эксплуатации для достижения установленных целей управления опасностями МА и снижения рисков	—
A2		
Надежность *R*		
R1	Устанавливает требуемый уровень надежности системы барьеров безопасности в условиях эксплуатации для достижения установленных целей управления опасностями МА и снижения рисков	—
R2		

Окончание таблицы Е.1

Показатели	Наименование барьера безопасности	Ответственное лицо
Жизнеспособность *S*		
S1	Определение аварийных нагрузок, которые должен выдерживать барьер безопасности для продолжения выполнения своей функции после МА	—
S2	***Пример — Конструкция МНГС, противопожарные и взрывозащитные барьеры, система аварийного останова и система продувки, факел, противопожарная защита (пассивная и активная) и аварийное отключение скважины.*** Меры аварийного реагирования, такие как место сбора и пути к нему, ВУ, вентиляция ВУ и технических помещений, общая аварийная сигнализация и система оповещения персонала, а средства эвакуации также должны выдерживать воздействие в результате аварии. Также это касается систем мониторинга аварий, чтобы оперативный персонал мог оставаться во ВУ и принимать решения в соответствии с утвержденным планом действий	—

Е.2 Ответственность за разработку стандартов эффективности

Стандарты эффективности должны быть разработаны для каждой системы технических барьеров безопасности, ответственность за их разработку должен нести участник проектной команды, как правило, ведущий специалист, который отвечает за проектирование рассматриваемого барьера безопасности.

Положения и руководство по стандартам эффективности для технических барьеров безопасности, обеспечивающих достижение стратегий управления МА в результате пожаров и взрывов, приведены в [*3*].

Е.3 Стандарты эффективности при эксплуатации

Стандарты эффективности технических барьеров безопасности должны быть разработаны к началу эксплуатации МНГС, т. е. к началу операционной деятельности и системы допуска к работам.

Е.4 Верификация стандартов эффективности

Стандарты эффективности должны верифицироваться путем ссылки на проектную документацию, что может включать соответствие требованиям норм, правил и стандартов, проектным техническим условиям, проектным решениям и результатам расчетов, результатам анализа пожаро- и взрывоопасности, анализа воздействий и другим документам, составляющим основы проектирования. Стандарты эффективности должны быть сформулированы как четкие, однозначные утверждения, определяющие существенные характеристики технических барьеров безопасности и минимальные ожидаемые стандарты.

Перед вводом МНГС в эксплуатацию необходима верификация стандартов эффективности технических барьеров безопасности, чтобы гарантировать достижение целей проекта. Верификация проводится на стадии разработки рабочей документации и на этапе строительства и включает приемо-сдаточные испытания оборудования перед его поставкой, завершение строительства, ввод в эксплуатацию и другие работы, выполняемые до начала эксплуатации. В ходе верификации также осуществляют ряд инспекций и испытаний перед началом работы в целях подтверждения соответствия технического барьера безопасности функциональным требованиям.

Е.5 Осмотр, испытания и техническое обслуживание

Для того чтобы обеспечить соблюдение стратегий управления опасностями МА, необходимо проводить инспекции, испытания и обслуживание технических барьеров безопасности на протяжении всего жизненного цикла МНГС в соответствии с утвержденными графиками выполнения указанных работ.

Приложение F
(справочное)

Управляющие слова HAZID

В таблице F.1 указаны категории потенциальных опасностей, характерных для морской нефтегазодобычи.

В таблице F.2 приведен контрольный перечень опасностей в нефтегазовой отрасли, с делением на категории и указанием их потенциальных источников.

В таблице F.3 приведен контрольный перечень источников, связанных с ними опасностей и потенциальных воздействий на окружающую среду/здоровье.

Опасности, приведенные в таблице F.2, сгруппированы следующим образом:

- H-01 — углеводороды;
- H-02 — очищенные углеводороды;
- H-03 — другие горючие материалы;
- H-04 — взрывчатые вещества;
- H-05 — опасности, связанные с высоким давлением;
- H-06 — опасности, связанные с разностью высот;
- H-07 — объекты, работающие под нагрузкой;
- H-08 — опасности, связанные с движущимися объектами;
- H-09 — экологические опасности;
- H-10 — горячие поверхности;
- H-11 — горячие жидкости;
- H-12 — холодные поверхности;
- H-13 — холодные жидкости;
- H-14 — открытое пламя;
- H-15 — электрический ток;
- H-16 — электромагнитное излучение;
- H-17 — ионизирующее излучение (открытые источники);
- H-18 — ионизирующее излучение (закрытые источники);
- H-19 — вещества, вызывающие удушье;
- H-20 — токсичный газ;
- H-21 — токсичные жидкости;
- H-22 — токсичные твердые вещества;
- H-23 — коррозионно-активные вещества;
- H-24 — биологические опасности;
- H-25 — эргономические опасности (человеческий фактор);
- H-26 — опасности, относящиеся к обеспечению безопасности;
- H-27 — использование природных ресурсов.

Отнесение опасности к одной из групп, приведенных в таблице F.1, показывает, что данная категория в наибольшей степени отражает ее характер, однако при решении конкретной задачи другие категории также могут оказаться значимыми. Кроме того, включение одной категории опасности не исключает включения других категорий, имеющих отношение к этой же опасности (например, для природного газа в качестве главной опасности указана пожароопасность; в этом случае возможность распространения разрушений вследствие эскалации опасности рассматривается в качестве наиболее значимого критерия).

Таблица F.1 — Категории потенциальных опасностей

Технологические опасности	Опасности для здоровья	Экологические опасности
F — Огнеопасное вещество	B — Биологический фактор	D — Опасности выброса
M — Опасность механического травмирования/физическая опасность	C — Химический фактор	R — Использование природных ресурсов
Se — Угроза безопасности	E — Эргономический фактор	Pr — Присутствие
WP — Производственная опасность	P — Физический фактор	—
—	M — Медицинский фактор	—

Таблица F.2 — Контрольный перечень опасностей и потенциальных воздействий

Код опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
H-01	Углеводороды				
H-01.01	Нефть под давлением	F[a]	C	D[a]	Выкидная линия, трубопроводы, резервуары и трубная обвязка под давлением
H-01.02	Углеводороды в пласте	F[a]	—	D[a]	Нефтяные скважины, особенно во время бурения и капитального ремонта
H-01.03	Сжиженный нефтяной газ (например, пропан)	F[a]	C	D	Сепарационное оборудование, резервуары хранения
H-01.04	Сжиженный природный газ (СПГ)	F[a]	C	D	Криогенные установки, танкеры
H-01.05	Конденсат	F[a]	C	D	Газовые скважины, газопроводы, газовые сепараторы
H-01.06	Природный газ	F[a]	C	D	Нефтяные/газовые сепараторы, установки подготовки газа, компрессоры, газопроводы
H-01.07	Нефть при низком давлении	F[a]	C	D	Нефтехранилища
H-01.08	Парафины	F	C	D	Фильтр-сепаратор, скважинные трубопроводы, трубопроводы
H-02	Очищенные углеводороды				
H-02.01	Машинное масло и масло в уплотнениях	F	C	D	Двигатели и вращающиеся элементы оборудования
H-02.02	Масло в гидравлических системах	F	C	D	Плунжер, резервуары и насосы гидравлических систем
H-02.03	Дизельное топливо	F	C	D	Топливо
H-03	Другие огнеопасные материалы				
H-03.01	Целлюлозосодержащие материалы	F	—	—	Упаковочные материалы, доски, бумажный мусор
H-03.02	Пирофорные материалы	F	C	D	Металлический твердый осадок на стенках резервуаров и фильтров, контактирующих с кислой средой, фильтры для очистки флюида, содержащего сероводород
H-04	Взрывчатые вещества				
H-04.03	Заряды пулевого перфоратора	WP	—	—	Операции по заканчиванию и капитальному ремонту скважин

Продолжение таблицы F.2

Код опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
H-05	Опасности, связанные с высоким давлением				
H-05.01	Газ в баллонах под давлением	WP	—	—	Сварка и резка металла, источники газа для лабораторных исследований
H-05.02	Вода в трубопроводе под давлением	WP	—	—	Отведение сточных вод, заводнение, закачка в пласт, определение разрывной нагрузки трубопровода, гидравлический разрыв пласта и обработка скважины
H-05.03	Газ под давлением, не содержащий углеводородов	WP[a]	—	—	Продувка и испытание на герметичность оборудования. Газовые противопожарные системы. Лабораторное оборудование
H-05.04	Воздух под высоким давлением	WP	—	—	Пневматический источник сейсмических сигналов и подводящий трубопровод
H-05.05	Гипербарические операции (водолазные работы)	WP	P	—	Подводные операции
H-05.06	Декомпрессия (водолазные работы)	WP	P	—	Подводные операции
H-05.07	Нефтяной и углеводородный газ под давлением	WP	—	D	Выкидные линии, трубопроводы, резервуары под давлением, трубная обвязка
H-06	Опасности, связанные с разностью высот				
H-06.01	Работа персонала на высоте >2 м	WP	—	—	Работа, при которой используют строительные леса и подъемники, лестницы, платформы, проводят работы за бортом, на буровой вышке
H-06.02	Работа персонала на высоте <2 м	WP	—	—	Скользкие/неровные поверхности, поднимание/спускание по лестнице, заграждения, неприкрепленный настил
H-06.03	Подвесное оборудование	M	—	—	Падение объектов при подъеме грузов, работы на высоте, оборудование или технологические системы, операции на поднятых рабочих площадках, застропка грузов
H-06.04	Работа персонала под водой	WP	—	—	Объекты, падающие на водолазов при проведении работ над ними
H-07	Объекты, работающие под нагрузкой				
H-07.01	Объекты, работающие на растяжение	WP[a]	—	—	Натяжные тросы и кабели, якорные цепи, канаты буксиров и барж, стропы

Продолжение таблицы F.2

Код опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
H-07.02	Объекты, работающие на сжатие	WP	—	—	Устройства с пружинами, такие как предохранительные клапаны, приводы, устройства с гидравлическим приводом
H-08	Опасности, связанные с движущимися объектами				
H-08.02	Водный транспорт	WP[a]	—	—	Транспортировка персонала и грузов на и с МНГС водным транспортом
H-08.03	Воздушный транспорт	WP[a]	—	—	Транспортировка персонала и грузов на и с МНГС вертолетами
H-08.04	Опасность столкновения с другими судами и морскими сооружениями	M[a]	—	—	Движение судов по морским путям, суда обеспечения, транспортные суда, дрейфующие суда
H-08.05	Оборудование с движущимися и вращающимися частями	WP	—	—	Двигатели, моторы, компрессоры, бурильная колонна, движители судов с динамическим позиционированием
H-08.06	Использование опасного ручного инструмента (шлифовального, режущего)	WP	—	—	Производственные участки, строительные площадки, участки технического обслуживания, оборудование с вращающимися элементами
H-08.07	Перемещение объектов с судна, плавотеля на морскую платформу	WP	—	—	Люльки для перемещения, переходная площадка
H-09	Экологические опасности				
H-09.01	Погода	WP[a]	—	—	Ветер, экстремальные температуры, дождь и т. д.
H-09.02	Волнение моря/течения	WP[a]	—	—	Волны, приливы и другие волнения на море, течения
H-09.03	Тектонические	M[a]	—	—	Землетрясение или другая активность земной коры
H-10	Горячие поверхности				
H-10.01	Оборудование и трубная обвязка, работающие в диапазоне температур от 60 °C до 150 °C	WP	P	—	Внутрипромысловый нефтепровод, трубная обвязка сепараторов, регенерация гликоля
H-10.02	Оборудование и трубная обвязка, работающие при температуре выше 150 °C	M[a]	P	—	Трубная обвязка систем подогрева нефти, ректификации и ребойлеров
H-10.03	Выхлопная система турбин и двигателей	M[a]	P	—	Генерация энергии, газоперекачивающие агрегаты, компрессор системы охлаждения, оборудование с двигателем внутреннего сгорания (автопогрузчик). Потенциальный источник возгорания

Продолжение таблицы F.2

Код опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
H-10.04	Трубопровод для подачи пара	WP	P	—	Установка для удаления серы, электрический бойлер, теплообменники, линейные обогреватели
H-11	Горячие жидкости				
H-11.01	Диапазон температур от 100 °C до 150 °C	WP	P	—	Регенерация гликоля, охлаждающее масло, камбуз
H-11.02	Температуры выше 150 °C	M[a]	P	—	Энергетические котлы, парогенераторы, установка для удаления серы, системы утилизации отводимого тепла, системы с масляным теплоносителем, системы регенерации газа, использующие катализаторы и осушающие реагенты
H-12	Холодные поверхности				
H-12.01	Технологическая трубная обвязка с диапазоном температур от −25 °C до −80 °C	F[a]	P	—	Холодные климатические условия, технологические линии и утечки, пропановые холодильные установки, установки подготовки сжиженного нефтяного газа
H-12.02	Технологическая трубная обвязка с температурой ниже −80 °C	F[a]	P	—	Криогенные установки, установки подготовки СПГ, резервуары хранилища СПГ, включая танкеры, трубопровод отвода паров из хранилища жидкого азота (технологические линии и утечки)
H-13	Холодные жидкости				
H-13.01	Океаны, моря с температурой воды ниже 10 °C	—	P	—	Морская вода
H-14	Открытое пламя				
H-14.01	Нагревательные установки с огневой трубой	F[a]	P	D	Ребойлеры гликоля, ребойлеры амина, нагревательная установка для солевой ванны, подогреватели типа водяной бани (подогреватели трубопроводов)
H-14.02	Пламенная печь прямого нагрева	F[a]	P	D	Печь с циркулирующим подогретым топливом, реакционная печь Клауса, нагреватели газа установок регенерации катализаторов и осушающих реагентов, установки для сжигания отходов, энергетические котлы
H-14.03	Факельная установка	—	P	D	Системы сброса давления и продувки оборудования
H-15	Электрический ток				
H-15.01	Кабели под напряжением от 50 до 440 В	WP	—	—	Силовые кабели

Продолжение таблицы F.2

Код опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
H-15.02	Оборудование под напряжением от 50 до 440 В	WP	—	—	Электромоторы, электрические переключатели, электрогенераторы, сварочные аппараты, вторичные трансформаторы
H-15.03	Напряжение >440 В	M[a]	—	—	Воздушные линии электропередач, электрогенераторы, первичный трансформатор, электромоторы большой мощности
H-15.04	Грозовой разряд	M[a]	—	—	Зоны, наиболее подверженные воздействию молнии
H-15.05	Электростатическая энергия	WP	—	—	Неметаллические резервуары и трубопроводы, шланги для перекачки продукции, обтирочный материал, незаземленное оборудование, соединения алюминий/сталь, выход газа с высокой скоростью
H-16	Электромагнитное излучение				
H-16.01	Ультрафиолетовое излучение	—	P	—	Дуговая сварка, солнечная радиация
H-16.02	Инфракрасное излучение	—	P	—	Факельная установка
H-16.03	Лазеры	—	P	—	Контрольно-измерительная аппаратура
H-16.04	Электромагнитное излучение: кабели высокого напряжения переменного тока	—	P	—	Трансформаторы, силовые кабели
H-17	Ионизирующее излучение (открытые источники)				
H-17.01	Альфа-, бета-излучение, открытые источники	—	P	D	Каротаж скважины, рентгенография, измерители плотности, аппаратура сопряжения
H-17.02	Гамма-излучение, открытые источники	—	P	D	Каротаж скважины, рентгенография
H-17.03	Нейтронное излучение, открытые источники	—	P	D	Каротаж скважины
H-17.04	Ионизирующее излучение естественного происхождения	—	P	D	Твердый осадок на стенках трубопровода, жидкости в технологических линиях и сосудах (особенно в обратном потоке пропана установок сжижения газа)
H-18	Ионизирующее излучение (закрытые источники)				
H-18.01	Альфа-, бета-излучение, закрытый источник	—	P	—	Каротаж скважины, рентгенография, измерители плотности, аппаратура сопряжения
H-18.02	Гамма-излучение, закрытый источник	—	P	—	Каротаж скважины, рентгенография

Продолжение таблицы F.2

Код опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
H-18.03	Нейтронное излучение, закрытый источник	—	P	—	Каротаж скважины
H-19	Вещества, вызывающие удушье				
H-19.01	Атмосфера с недостаточным содержанием O_2	—	P	—	Ограниченные пространства, резервуары
H-19.02	Чрезмерное содержание CO_2	—	C	D	Зоны с системами пожаротушения с применением CO_2, такие как помещения размещения турбин
H-19.03	Погружение под воду	—	P	—	Работа за бортом, водный транспорт
H-19.04	Чрезмерное содержание N_2	—	C	—	Резервуары, продуваемые азотом
H-19.05	Галоны	—	P	D	Зоны с галоновыми системами пожаротушения, такие как помещения, в которых размещены турбины, коммутационная или распределительная аппаратура и аккумуляторный склад
H-19.06	Дым	—	C	D	Сварочные/газопламенные работы, пожары
H-20	Токсичный газ				
H-20.01	H_2S (сероводород, высокосернистый газ)	WP[a]	C	D	Добыча высокосернистого газа, закрытые пространства, в которых проводят операции с веществами, содержащими серу
H-20.02	Выхлопные газы	—	C	D	Установки и оборудование, двигатели внутреннего сгорания
H-20.03	SO_2	—	C	D	Компоненты факела, сжигающего H_2S, и газообразные продукты горения
H-20.04	Бензол	—	C	D	Компоненты сырой нефти, сконцентрированные в системе вентиляции гликоля
H-20.05	Хлор	WP[a]	C[a]	D	Оборудование для подготовки воды
H-20.06	Аэрозоли, образующиеся при сварке	—	C	—	Изготовление и ремонт металлических конструкций, сварка токсичных металлов (оцинкованная и покрытая кадмием сталь), обработка металла резанием, шлифование
H-20.07	Хлорофторуглероды (CFCs)	—	—	D	Системы кондиционирования воздуха, холодильники, аэрозоли
H-21	Токсичные жидкости				
H-21.01	Ртуть	—	C	D	Электрические коммутаторы, газовые фильтры
H-21.02	Полихлордифенилы (PCBs)	—	C	D	Масло в системе охлаждения трансформатора

Продолжение таблицы F.2

Код опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
H-21.03	Биоцид (глютеральдегид)	—	C	D	Системы очистки воды
H-21.04	Метанол	—	C	D	Осушка природного газа, контроль образования гидратов
H-21.05	Соляной раствор	—	C	D	Добыча углеводородов, раствор для глушения скважин, пакерные жидкости
H-21.06	Гликоли	—	C	D	Осушка природного газа, контроль образования гидратов
H-21.07	Обезжиривающие вещества (терпены)	—	C	D	Центры ремонта и технического обслуживания
H-21.08	Изоцианаты	—	C	D	Двухкомпонентные системы окраски
H-21.09	Сульфанол	—	C	D	Очистка газов от соединений серы
H-21.10	Амины	—	C	D	Очистка газов от соединений серы
H-21.11	Ингибиторы коррозии	—	C	D	Подача в трубопроводы и скважины, грунтовка металлических поверхностей, фосфатное покрытие
H-21.12	Ингибиторы образования отложений	—	C	D	Добавки в воду систем охлаждения и нагнетания
H-21.13	Добавки в жидкий буровой раствор	—	C	D	Добавки в буровой раствор
H-21.14	Добавки одорантов (меркаптаны)	—	C	D	Станция хранения и перекачки природного газа, сжиженного нефтяного газа и сжиженного природного газа
H-21.15	Отработанные машинные масла (полициклические ароматические углеводороды)	—	C	D	Отработанные машинные масла
H-21.16	Четыреххлористый углерод	—	C	D	Химическая лаборатория
H-21.17	Сточные и/или фекальные воды	—	—	D	Системы очистки стоков, моющие средства
H-22	Токсичные твердые вещества				
H-22.01	Искусственное минеральное стекловолокно	—	C	D	Теплоизоляция и строительный материал
H-22.02	Цементная пыль	—	C	D	Цементирование нефтяных и газовых скважин
H-22.03	Гипохлорит натрия	—	C	D	Добавки в буровой раствор
H-22.04	Порошкообразные добавки в буровой раствор	—	C	D	Добавки в буровой раствор
H-22.05	Пыль серы	—	C	D	Установка регенерации серы
H-22.06	Скребок для очистки труб	—	C	D	Операции по очистке трубопровода

Продолжение таблицы F.2

Код опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
H-22.07	Буровой раствор на нефтяной основе	—	C	D	Бурение нефтяных и газовых скважин
H-22.08	Буровой раствор на псевдонефтяной основе	—	C	D	Бурение нефтяных и газовых скважин
H-22.09	Буровой раствор на водной основе	—	C	D	Бурение нефтяных и газовых скважин
H-22.10	Цементный раствор	—	C	D	Бурение нефтяных и газовых скважин, строительство установки
H-22.11	Пыль	—	C	D	Дробеструйная обработка, пескоструйная обработка, операции с катализатором (разгрузка, просеивание, удаление, грохочение)
H-22.12	Кадмиевые смеси и другие тяжелые металлы	—	C	D	Дым и пары, образующиеся при сварке
H-22.13	Нефтесодержащий осадок	—	C	D	Очистка емкостей для хранения нефти
H-23	Коррозионно-активные вещества				
H-23.01	Фтористоводородная кислота	WP	C	D	Возбуждение притока в скважину
H-23.02	Хлористоводородная кислота	WP	C	D	Возбуждение притока в скважину
H-23.03	Серная кислота	WP	C	D	Батареи, регенерационный раствор установки очистки воды с использованием обратного осмоса
H-23.04	Каустическая сода (гидроксид натрия)	—	C	D	Добавка в буровой раствор
H-24	Биологические опасности				
H-24.01	Бактерии, размножающиеся в воде (например, легионеллы)	—	B	—	Системы охлаждения, системы водоснабжения
H-25	Эргономические опасности (человеческий фактор)				
H-25.01	Ручная обработка материалов	—	E	—	Обработка труб на буровой площадке, работа с мешками на складах, управление оборудованием в труднодоступных местах
H-25.02	Причиняющий ущерб здоровью шум	WP	P	Pr	Срабатывание предохранительных клапанов, клапанов контроля давления
H-25.03	Громкий устойчивый шум >85 дБА	—	P	Pr	Машинные отделения, компрессорная, резкое изменение режима бурения, пневматические инструменты
H-25.04	Тепловая нагрузка (высокая температура окружающей среды)	—	P	—	Работа около факельной установки, на площадке верхового при определенных условиях, на открытых площадках в определенных регионах мира в летний период

Продолжение таблицы F.2

Код опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
H-25.05	Холодовая нагрузка (низкая температура окружающей среды)	—	P	—	Работа на открытых площадках зимой в условиях холодного климата, холодильные склады
H-25.06	Высокая влажность	—	P	—	Климатические условия, в которых скорость испарения пота недостаточна для охлаждения тела человека, ношение защитной одежды
H-25.07	Вибрация	—	P	Pr	Вибрация, создаваемая ручным инструментом, строительные и ремонтные работы, езда на лодках
H-25.08	Рабочее место	—	E	—	Ненадежная конструкция офисной мебели и неудобная организация рабочих мест
H-25.09	Освещение	—	P	Pr	Рабочие участки, требующие интенсивного освещения, наличие бликов, недостаточная контрастность и недостаточная освещенность
H-25.10	Неудобные средства ручного управления	—	E	—	Средства управления, плохо расположенные на рабочем месте, требующие приложения рабочими чрезмерного физического усилия, отсутствие необходимой маркировки, регулирующая арматура с ручным управлением, например в кабине бурильщика, тяжелое оборудование и машинный зал
H-25.11	Неудобное местоположение рабочих мест и оборудования	—	E	—	Механизмы и оборудование, которые сложно обслуживать из-за их неудобного расположения, например клапаны с крайне высоким или низким расположением
H-25.12	Продолжительные и нерегулярные рабочие часы/смены	—	E	—	Длительные вахты на морских установках, сверхурочные работы, ночные смены, скользящий график
H-25.13	Недостаточная организация рабочего процесса	—	E	—	Неопределенность требований к выполняемой работе, к оформлению отчетности, избыточный или недостаточный контроль, недостаточно организованное взаимодействие оператора и подрядчиков
H-25.14	Вопросы планирования работ	—	E	—	Чрезмерная загруженность работой, нереалистичные цели, отсутствие четкого планирования, недостаточный обмен информацией
H-25.15	Климат в помещениях (слишком жарко/холодно/сухо/влажно, сквозняки)	—	E	—	Некомфортный климат в помещениях с постоянным пребыванием персонала
H-26	Опасности, относящиеся к обеспечению безопасности				
H-26.01	Пиратство	Se	—	—	

Окончание таблицы F.2

Код опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
H-26.02	Вооруженное нападение	Se	—	—	
H-26.03	Диверсия	Se	—	—	
H-26.04	Кризисные ситуации (военные действия, выступления гражданского населения, терроризм)	Se	—	—	
H-27	Использование природных ресурсов				
H-27.01	Вода	—	—	R	Вода системы охлаждения
H-27.02	Воздух	—	—	R	Турбины, двигатели внутреннего сгорания (приводы насосов и компрессоров)
[a] Главная опасность, которая в случае реализации может привести к крупной аварии.					

Таблица F.3 — Контрольный список источников, связанных с ними опасностей и воздействий на окружающую среду/здоровье

Источник	Обычные опасности	Потенциальное воздействие
Факельная установка	CH_4	Глобальное потепление/изменение климата/увеличение содержания озона в атмосфере
	SO_x	Кислотные отложения, подкисление воды и почвы
	NO_x	Увеличение содержания озона/кислотные отложения
	N_2O	Глобальное потепление/уменьшение озонового слоя/изменение климата
	CO_2	Глобальное потепление/изменение климата
	CO	Ущерб здоровью
	Шум	Вредное воздействие/ущерб здоровью
	Свет	Вредное воздействие/влияние на здоровье
	H_2S	Ущерб здоровью/неприятный запах
	Одоранты	Вредное воздействие/запахи
	Твердые частицы	Ущерб здоровью/экологический ущерб/отложение сажи
	Излучение	Ущерб здоровью/экологический ущерб
	Высокая температура	Вредное воздействие/экологический ущерб
	Следовые токсичные вещества: - металлы - полициклические ароматические углеводороды	Экологический ущерб/ущерб здоровью

Продолжение таблицы F.3

Источник	Обычные опасности	Потенциальное воздействие
Энергогенерирующее оборудование: - турбины - котлы/нагреватели - печи - транспорт (дизельный и бензиновый) - буровая установка и т. д.	CH_4	Глобальное потепление/изменение климата/увеличение содержания озона
	SO_x	Кислотные отложения, подкисление воды и почвы, глобальное похолодание
	NO_x	Увеличение содержания озона/кислотные отложения/удобрение почвы
	N_2O	Глобальное потепление/уменьшение озонового слоя/изменение климата
	CO_2	Глобальное потепление/изменение климата
	CO	Ущерб здоровью
	Шум	Вредное воздействие/ущерб здоровью/ущерб дикой природе
	Свет	Вредное воздействие/ущерб здоровью/ущерб дикой природе
	Одоранты	Вредное воздействие/запахи
	Твердые частицы/пыль	Экологический ущерб/ущерб здоровью/отложение сажи
	Излучение	Экологический ущерб/ущерб здоровью
	Полициклические ароматические углеводороды	Экологический ущерб/ущерб здоровью
	H_2S	Вредное воздействие/ущерб здоровью/экологический ущерб
	Высокая температура	Ущерб здоровью, экологический ущерб
	Полихлорированные бифенилы	Ущерб здоровью, экологический ущерб
	Следовые токсичные вещества (например, катализаторы, тяжелые металлы, химические реагенты)	Ущерб здоровью, экологический ущерб
Энергогенерирующее оборудование: - турбины - котлы/нагреватели - печи - транспорт (дизельный и бензиновый) - буровая установка и т. д.	Свет	Вредное воздействие/ущерб здоровью/ущерб дикой природе
	Одоранты	Вредное воздействие/запахи
	Твердые частицы/пыль	Экологический ущерб/ущерб здоровью/отложение сажи
	Излучение	Экологический ущерб/ущерб здоровью
	Полициклические ароматические углеводороды	Экологический ущерб/ущерб здоровью
	H_2S	Вредное воздействие/ущерб здоровью/экологический ущерб
	Высокая температура	Ущерб здоровью, экологический ущерб
	Полихлорированные бифенилы	Ущерб здоровью, экологический ущерб

Продолжение таблицы F.3

Источник	Обычные опасности	Потенциальное воздействие
Энергогенерирующее оборудование: - турбины - котлы/нагреватели - печи - транспорт (дизельный и бензиновый) - буровая установка и т. д.	Следовые токсичные вещества (например, катализаторы, тяжелые металлы, химические реагенты)	Ущерб здоровью, экологический ущерб
Система принудительной приточно-вытяжной вентиляции для контроля воздушной среды: - загрузка танкера; - добыча углеводородов; - сброс газов/паров от предохранительного клапана; - утечка/слив гликоля	CH_4	Глобальное потепление/изменение климата/увеличение содержания озона
	Летучие органические соединения (VOC)/C_xH_x	Увеличение содержания озона/ущерб здоровью/экологический ущерб
	Специфические химические вещества	Ущерб здоровью/экологический ущерб
Холодильные установки	Фреон (CFC)	Глобальное потепление/изменение климата/уменьшение озонового слоя
Огнетушители	Галоны	Глобальное потепление/изменение климата/уменьшение озонового слоя
Неорганизованные выбросы: - клапаны, насосы и т. д.	CH_4	Глобальное потепление/изменение климата/увеличение содержания озона
	Летучие органические соединения (VOC)/(C_xH_x). Специфические химические вещества	Глобальное потепление/изменение климата/увеличение содержания озона/ущерб здоровью/экологический ущерб
Вода: - водный буровой раствор - буровой раствор на нефтяной основе - сточные воды - дренажные воды - ливневые стоки - попутно добываемая вода - вода для охлаждения - отстойная вода в резервуаре	Нефть	Слой на поверхности/непригодность воды для питья/заражение рыбы/биологический ущерб
	Растворимые органические вещества/растворенные углеводороды/ароматические углеводороды	Неблагоприятное воздействие на рыбу/ущерб гидробионтам
	Тяжелые металлы	Накопление в биоте и отложениях, негативное воздействующие на организмы
	Соли	Биологический ущерб
	Барит (буровой раствор), промывочная жидкость для бурения, буровой шлам	Удушье/повреждение морского дна и ущерб биоте
	Питательные вещества	Эвтрофикация
	Неприятные запахи	Вредное воздействие
	Химические вещества/ингибиторы коррозии/биоциды/фунгициды	Ущерб водным организмам
	Взвешенные частицы	Повышение мутности, ущерб донным организмам, рекреации, естественной среде
	Эрозия почвы/отложений	Удушье

Продолжение таблицы F.3

Источник	Обычные опасности	Потенциальное воздействие
Вода: - водный буровой раствор - буровой раствор на нефтяной основе - сточные воды - дренажные воды - ливневые стоки - попутно добываемая вода - вода для охлаждения - отстойная вода в резервуаре	Полициклические ароматические углеводороды	Ущерб водным организмам
	Смазочный материал	Ущерб донным отложениям
	Соли/соляные растворы	Повышенная минерализация, ущерб водным организмам
	Кислоты/каустическая сода	Ущерб водным организмам
	Изменение температуры	Изменение концентрации кислорода, ущерб водным организмам, увеличенное обрастание/цветение
	Моющие средства	Эвтрофикация/токсичность
Фекальные стоки и/или сточные воды (канализация и промывочная вода)	Патогенные микроорганизмы	Вред здоровью
	Аноксия (снижение содержания кислорода)	Биологический ущерб
	Питательные вещества	Эвтрофикация
	Специфические химические вещества	Ущерб водным организмам
	Ароматические добавки	Неприятные запахи
Анодная защита	Тяжелые металлы	Ущерб водным организмам
Детонаторы	Шум/волны давления	Ущерб водным организмам
Химические вещества	Краски	Биологическое токсическое или хроническое поражение/глобальное потепление
	Растворители	Вред здоровью/биологическое токсическое или хроническое поражение/глобальное потепление
Химические вещества	Очистители	Биологическое токсическое или хроническое поражение
Почва: - нефтяной осадок - донные осадки в резервуаре - буровой раствор на нефтяной основе - водный буровой раствор - буровой шлам - загрязненная почва	Нефть/углеводороды	Загрязнение почвы, загрязнение грунтовых вод
	Тяжелые металлы	Загрязнение почвы
	Химические вещества	Загрязнение почвы, загрязнение грунтовых вод, удушье
	Специфические химические вещества	Загрязнение почвы, загрязнение грунтовых вод, удушье
Продукты эрозии	Почвенные отложения	Удушье, биологический ущерб
Твердые/жидкие отходы, медицинские отходы, отработавшие катализаторы	Опасные отходы, токсичные вещества	Загрязнение почвы; загрязнение грунтовых вод, вред здоровью
Виброоборудование	Вибрации	Вредное воздействие

Окончание таблицы F.3

Источник	Обычные опасности	Потенциальное воздействие
Потребность в земле	Изъятие земли: - для сейсморазведки - бурения скважин - разработки месторождения - трубопроводов	Эрозия почвы, разрушение места обитания Изменение гидрологии поверхностных вод
Потребность в энергии	Использование энергии: - для нагревателей/бойлеров - производства энергии - производства пара - транспортных средств - охлаждения - технологических процессов - питьевой воды - сточных вод - орошения	Потеря энергетических ресурсов
Потребность в ресурсах	Использование невозобновляемых ресурсов	Истощение сырьевых ресурсов

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р ИСО 31000—2019	IDT	ISO 31000:2018 «Менеджмент риска. Принципы и руководство»

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичный стандарт.

Библиография

[1] Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

[2] Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

[3] ИСО 13702 Нефтяная и газовая промышленность. Контроль и подавление распространения пожаров и взрывов на морских добычных установках. Требования и руководящие указания (Petroleum and natural gas industries — Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations — Requirements and guidelines)

[4] ИСО 15544 Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Требования и руководства по аварийному реагированию (Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Requirements and guidelines for emergency response)

[5] NORSOK Z-013 Оценка риска и готовности к чрезвычайным ситуациям (Risk and emergency preparedness assessment)

[6] Регистр Ллойда «Методические рекомендации по расчету вероятностной нагрузки от взрыва», февраль 2015 (Lloyd's Register, Guidance Notes for the Calculation of Probabilistic Explosion Loads, February 2015)

[7] Ассоциация Oil & Gas UK, Руководство по принятию решений в отношении риска, Издание 2, июль 2014 (Oil & Gas UK, Guidelines in Risk Related Decision Making, Issue 2, July 2014)

[8] Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2020 г. № 2366 «Об организации предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на континентальном шельфе Российской Федерации, во внутренних морских водах, в территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации»

[9] Руководство по безопасности «Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах морского нефтегазового комплекса» (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 10 февраля 2023 г. № 51)

[10] Приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах»

[11] NORSOK R-002:2012 Грузоподъемное оборудование (Lifting equipment)

[12] МЭК 62551 Методы анализа надежности. Метод сети Петри (Analysis techniques for dependability — Petri net techniques)

[13] NORSOK S-001 Техническая безопасность (Technical safety)

[14] NORSOK Z-013 Оценка риска и готовности к чрезвычайным ситуациям (Risk and emergency preparedness assessment)

[15] Руководство по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 3 ноября 2022 г. № 387

[16] ISO/TR 12489 Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Моделирование надежности и расчет систем безопасности (Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Reliability modelling and calculation of safety systems)

[17] ISBN 978-1-905743-12-4 Ступенчатое изменение в безопасности. Руководство по оценке рисков по отдельным видам работ (Step Change in Safety, Task Risk Assessment Guide)

[18] NORSOK S-002 Рабочие условия (Working environment)

[19] ЕН 1005-3-2016 Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 3. Рекомендуемые пределы усилий при работе на машинах

УДК 622.242.4:006.354 ОКС 75.180.10

Ключевые слова: нефтяная и газовая промышленность, морские нефтегазопромысловые сооружения, управление опасностями крупных аварий, барьеры безопасности

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 09.07.2025. Подписано в печать 01.08.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 9,77. Уч.-изд. л. 8,30.

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