ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 17776— 2012

Нефтяная и газовая промышленность

МОРСКИЕ ДОБЫЧНЫЕ УСТАНОВКИ

Способы и методы идентификации опасностей и оценки риска. Основные положения

ISO 17776:2000
Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment (IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 Подготовлен Открытым акционерным обществом «Газпром» (ОАО «Газпром») и Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий - Газпром ВНИИГАЗ» (ООО «Газпром ВНИИГАЗ») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 23 «Техника и технологии добычи и переработки нефти и газа»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 ноября 2012 г. № 1262-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 17776:2000 «Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Руководящие указания по выбору методов и средств идентификации опасностей и оценки риска» (ISO 17776:2000 «Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment»). Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5 (подраздел 3.5)

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 17776–2010

6 Некоторые элементы настоящего стандарта могут быть объектом патентного права. ИСО не берет на себя ответственность за идентификацию какого-либо отдельного или всех патентных прав

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). 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 информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Термины, определения и сокращения 1
2.1 Термины и определения 1
2.2 Сокращения 3
3 Концепции оценки риска и опасностей 3
4 Методы идентификации опасностей и оценки риска 5
4.1 Выбор методов 5
4.2 Роль опыта и оценок 5
4.3 Проверочные листы 6
4.4 Правила и стандарты 6
4.5 Выбор методов структурированного анализа 6
5 Управление рисками 7
5.1 Общие положения 7
5.2 Идентификация 8
5.3 Оценка риска 8
5.4 Снижение риска 9
6 Рекомендации по применению на отдельных этапах проектов освоения месторождений 11
Приложение А (справочное) Принципы идентификации опасностей и оценки риска 12
Приложение В (справочное) Методы структурированного анализа 17
Приложение С (справочное) Дополнительная информация для идентификации опасностей и оценки риска на этапах разведки и освоения морских месторождений 26
Приложение D (справочное) Перечень опасностей 43
Приложение ДА (справочное) Исходные терминологические статьи 54
Библиография 55

Введение

Проведение поисково-разведочных работ и непосредственно добыча нефти и газа сопряжены со многими опасностями и связанными с ними опасными событиями.

Для идентификации опасных событий и оценки соответствующих рисков могут применяться различные способы и методы, при этом необходимо, чтобы выбранный подход соответствовал конкретным условиям.

В настоящем стандарте определены некоторые способы и методы, используемые для оценки риска при проведении поисково-разведочных работ и в процессе добычи на шельфе с помощью морских добычных установок (далее морские установки), а также даны общие рекомендации по их применению в различных ситуациях. Нормативные документы, ссылки на которые имеются в настоящем стандарте, приведены в библиографии.

Стандарт не содержит детальных указаний по практическому использованию тех или иных способов и методов, так как при их разработке должны быть учтены конкретные особенности. Во многих случаях для эффективного применения рекомендаций настоящего стандарта необходимо привлечение экспертов в рассматриваемой области.

При использовании настоящего стандарта анализ пожарной опасности и оценку пожарного риска для конкретного объекта защиты необходимо выполнять в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов Российской Федерации в области обеспечения пожарной безопасности, а также методик определения расчетных величин пожарного риска, утвержденных МЧС России.

При оформлении национального стандарта Российской Федерации, идентичного по отношению к международному стандарту ИСО 17776:2000, некоторые терминологические статьи приведены в иной редакции. Для выделения этих статей в тексте настоящего национального стандарта применена вертикальная полужирная линия, расположенная на полях измененного текста. Исходные терминологические статьи указаны в дополнительном справочном приложении ДА.

В настоящий стандарт включена дополнительная терминологическая статья для термина, использованного в нем, но не установленного в ИСО 17776:2000. Эта статья выделена рамкой из тонких линий.

Применяемый в настоящем стандарте международный стандарт разработан техническим комитетом ИСО/ТК 67 «Материалы, оборудование и морские платформы для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нефтяная и газовая промышленность
МОРСКИЕ ДОБЫЧНЫЕ УСТАНОВКИ

Способы и методы идентификации опасностей и оценки риска
Основные положения

Petroleum and natural gas industries. Offshore production installations.
Techniques and methods for hazard identification and risk assessment. Basic principles

Дата введения – 2013–09–01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает способы и методы, которые использованы при выявлении и оценке опасностей, связанных с проведением работ по разведке и разработке морских месторождений нефти и газа. Указанные работы включают сейсморазведку, топографическую съемку, разведочное и эксплуатационное бурение, эксплуатацию месторождений, вывод из нее и ликвидацию, а также материально-техническое обеспечение каждого из этих видов деятельности. В разделе 6 и приложениях настоящего стандарта приведены рекомендации по применению этих методов при разработке стратегий предупреждения возможных опасных событий, а также для контроля и снижения их последствий.

Настоящий стандарт распространяется на следующие установки, используемые в нефтяной и газовой промышленности:

- стационарные морские сооружения;
- плавучие сооружения для разведки, добычи, хранения и отгрузки продукции.

Настоящий стандарт не распространяется на проектирование и строительство морских передвижных установок, подпадающих под юрисдикцию Международной морской организации.

Положения настоящего стандарта не предназначены для применения в качестве критериев оценки соответствия. Если какой-либо из установленных настоящим стандартом методов управления риском неприменим к конкретной морской установке, то это не может являться основанием считать используемую систему управления рисками неполной.

2 Термины, определения и сокращения

2.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

2.1.1 **барьер** (barrier): Мероприятия, направленные на снижение вероятности реализации потенциальной опасности и уменьшение ее последствий.

Примечание – Барьеры могут быть физическими (материалы, защитные устройства, экраны, перегородки и т. д.) или нефизическими (процедуры, инспекции, обучение, тренировки и т. д.).

2.1.2 **управление (опасностью)** (control <of hazards>): Действия, направленные на ограничение степени и / или продолжительности опасного события с целью предотвращения его эскалации.

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

[Данный термин определен в соответствии с Федеральным законом № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»]

Примечание – Исходная терминологическая статья приведена в ДА.1 (приложение ДА).

Издание официальное

2.1.4 **воздействие на окружающую среду** (environmental impact): Любое изменение окружающей среды, благоприятное или неблагоприятное, полностью или частично произошедшее вследствие деятельности предприятия, воздействия его продукции или оказываемых услуг.

2.1.5 **эскалация (опасности)** (escalation): Распространение воздействия опасного события на оборудование или на другие площади, вызывающее увеличение его последствий.

2.1.6 **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.

2.1.7 **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.

Примечание – Если известны вероятности отказов и ошибок на уровне элементов, то дерево отказов позволяет вычислить вероятность или частоту отказов системы.

2.1.8 **функциональные требования** (functional requirements): Минимальная совокупность критериев, которые должны быть выполнены, чтобы рассматриваемая система соответствовала установленным целевым требованиям в области безопасности, охраны труда и окружающей среды.

Примечание – Дополнительная информация приведена в 5.4.2.

2.1.9 **опасность** (hazard): Потенциальный источник вреда.

Примечание – В контексте настоящего стандарта потенциальный вред может соотноситься с вредом здоровью человека, нанесением ущерба окружающей среде, повреждением имущества, а также с их любой комбинацией.

2.1.10 **реестр опасностей** (hazards register): Документ, содержащий лаконично изложенный полный перечень всех идентифицированных опасностей и необходимых мер по их контролю.

Примечание – В этом реестре обычно приводятся ссылки на документы, содержащие подробную информацию о конкретных опасностях.

2.1.11 **опасное событие** (hazardous event): Инцидент (авария, катастрофа), происходящий при реализации опасности.

Пример – Выброс газа, возгорание, потеря плавучести.

2.1.12 **авария** (accident): Разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

[Данный термин определен в соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»]

Примечание – Исходная терминологическая статья приведена в ДА.2 (приложение ДА).

2.1.13 **инцидент** (incident): Отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса, нарушение положений федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте.

[Данный термин определен в соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»]

Примечание – Исходная терминологическая статья приведена в ДА.2 (приложение ДА).

2.1.14 **ограничение последствий** (mitigation): Ограничение нежелательного воздействия опасного события.

2.1.15 **процедура** (procedure): Последовательность действий, которые должны быть выполнены в заданном логическом порядке, либо для осуществления определенной производственной операции, либо в условиях данной ситуации.

2.1.16 **риск** (risk): Сочетание возможности или вероятности события и его последствий.

2.1.17 **анализ риска** (risk analysis): Систематическое использование информации для определения опасностей и оценки риска.

2.1.18 **оценка риска** (risk assessment): Общий процесс анализа и оценивания риска.

2.1.19 **оценивание риска** (risk evaluation): Заключение о допустимости риска, сделанное на основе его анализа.

2.1.20 **отсеивающий критерий** (screening criterion): Целевой параметр или нормативное требование, используемые для принятия решения о допустимости идентифицированной опасности или ее последствий.

Примечание – Дополнительная информация приведена в 5.3.2.

2.1.21 **допустимый риск** (tolerable risk): Риск, который в данной ситуации считают приемлемым при существующих общественных ценностях.

[ГОСТ Р 51898-2002, статья 3.7]

Примечание – Исходная терминологическая статья приведена в ДА.3 (приложение ДА).

2.1.22 **конечное (завершающее) событие** (top event): Основное событие, для которого разрабатывают дерево событий и дерево отказов.

2.1.23 **морская передвижная установка** (mobile offshore unit): Мобильные установки, включая буровые суда с оборудованием для бурения подводных скважин и передвижные платформы, предназначенные для целей, отличных от добычи и хранения углеводородов.

[Данный термин определен в соответствии с ИСО 15544:2000]

2.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения.

EERA (escape, evacuation and rescue analysis) – анализ процессов покидания, эвакуации и спасания;

ETA (event tree analysis) – анализ дерева событий;

FMEA (failure modes and effects analysis) – анализ видов и последствий отказов;

FTA (fault tree analysis) – анализ дерева отказов;

HAZAN (hazard analysis) – анализ опасности;

HAZID (hazard identification) – идентификация опасности;

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

HEMP (hazard effect and management process) – действие опасности и процесс управления ею;

HRA (health risk assessment) – оценка риска для здоровья;

JHA (job hazard analysis) – анализ безопасности работ;

PHA (preliminary hazard analysis) – предварительный анализ опасностей;

PEM (physical effects modelling) – моделирование физических процессов;

QRA (quantitative risk assessment) – количественная оценка риска,

SIL (safety integrity level) – уровень полноты безопасности;

ГСН (LPG) – сжиженный нефтяной газ;

СПГ (LNG) – сжиженный природный газ.

3 Концепции оценки риска и опасностей

Для всестороннего решения вопросов охраны труда в процессе деятельности на шельфе нефтегазодобывающие компании должны иметь эффективные системы управления*, охватывающие все стадии жизненного цикла морской установки и все виды работ на этих стадиях. Подобная система управления, которая разработана для решения вопросов охраны окружающей среды, описана в стандарте ИСО 14001 [3], а содержащиеся в нем принципы применимы также к вопросам охраны труда.

* Например, компании-операторы должны осуществлять деятельность в соответствии с эффективной системой управления, подрядчики – иметь собственную эффективную систему или осуществлять деятельность в соответствии с системой управления компании-оператора.

Одним из ключевых элементов эффективной системы управления является системный подход к идентификации опасностей и оценке риска, который необходим для предоставления информации, существенной при принятии решений и выполнении действий, направленных на снижение риска.

Такие мероприятия должны включать действия, направленные на предупреждение инцидентов (т. е. снижение вероятности их возникновения), сдерживание (т. е. снижение степени и продолжительности воздействия опасного события) и уменьшение воздействия инцидента (т. е. ограничение его последствий). Превентивные меры, такие как использование безопасных проектных решений и обеспечение целостности объектов, могут быть приняты везде, где возможно. На основе результатов оценки риска должны быть разработаны мероприятия по восстановлению после произошедшего инцидента с учетом того, что меры по сдерживанию и уменьшению последствий опасных событий могут не достичь поставленной цели. На основе результатов оценки риска необходимо определить задачи и функциональные требования в области безопасности, охраны труда и окружающей среды.

В ИСО 13702 [2] введено понятие стратегии и указано, что она не должна оформляться в виде отдельного документа, так как значимая информация может быть включена вместе с другой информацией в области безопасности, охраны труда и окружающей среды применительно к морской установке или содержаться в правилах и стандартах. Поскольку может возникнуть совпадение данных стратегии и других мер в области безопасности, охраны труда и окружающей среды, целесообразно объединить эту информацию в единый источник, что поможет персоналу лучше понимать комплексный характер различных мер.

В стратегии должны быть отражены результаты деятельности по идентификации опасности и оценке риска, а также решения о необходимости и роли мер, направленных на его уменьшение. Идентификация опасностей и оценка риска включают следующие этапы:

a) **Этап 1: Идентификация опасностей** на основе анализа различных факторов, таких как физические и химические свойства обрабатываемых флюидов, схема расположения, эксплуатация и техническое обслуживание оборудования, технологические режимы. Внешние опасности: столкновение с судами, падение вертолета, экстремальные условия окружающей среды и т. д. также должны быть рассмотрены на данном этапе.

b) **Этап 2: Оценка риска** идентифицированных опасностей и анализ его допустимости применительно к персоналу, оборудованию и окружающей среде обычно включают идентификацию исходных событий и возможного сценария развития аварии, количественную оценку вероятности возникновения несчастного случая или аварии и оценку их последствий. Допустимость риска должна быть определена на основе критериев, устанавливаемых применительно к конкретной идентифицированной опасности.

c) **Этап 3: Устранение или снижение риска** там, где необходимо, когда используются сведения о возможности снижения вероятности и/или последствий опасных событий (аварии, несчастного случая и т. д.).

Эти три основных этапа являются неотъемлемой частью всех методов, описанных в настоящем стандарте.

При выборе методов идентификации опасностей и оценки риска должны быть учтены особенности и сложность морской установки, стадии жизненного цикла и опыт работы аналогичных установок. Усилия по идентификации опасностей и оценке риска должны соответствовать ожидаемому риску и учитывать новизну принимаемых мер и ограниченность информации.

При применении более сложных методов структурированного анализа принимают во внимание неопределенность допущений при оценке мер по снижению риска, которую отражают в документах и доводят до сведения персонала, использующего результаты оценки опасностей и риска при принятии решений.

Для новых установок или видов деятельности важно идентифицировать опасности как можно раньше. Следует выделить достаточно времени на их исследование и оценку для принятия наиболее подходящего решения по контролю. Проще внести изменения в проект морской установки на ранних стадиях ее разработки с минимальным влиянием на стоимость и сроки работ.

Методы идентификации опасностей и оценки риска также могут быть применены к действующему оборудованию. Однако в некоторых случаях изменения, оправданные на стадии проектирования, оказываются неприемлемыми для действующего оборудования. Работы по его модернизации ведут к дополнительному риску возникновения аварий или несчастных случаев, который также должен быть учтен.

На рисунке 1 приведена схема подходов различного уровня сложности к идентификации опасностей и оценке риска.



Рисунок 1 – Подходы к идентификации опасностей и оценке риска

Во многих случаях знаний и опыта специалистов, применяющих структурированный подход, может быть достаточно для управления рисками.

Проверочные листы просты в использовании и могут помочь при анализе соответствия стандартам и практике проектирования, а также определить, насколько правильно учтены ранее выявленные опасности.

Когда опыт, приобретенный в промышленности, отражен в правилах и стандартах, высокий уровень безопасности может быть достигнут за счет проверки соответствия им на этапах проектирования, строительства, эксплуатации и технического обслуживания.

Методы структурированного анализа могут быть также использованы для идентификации и оценки ранее неустановленных опасностей и событий, которые адекватно не исследованы прежними методами.

Более подробное описание данного подхода приведено в приложении А.

4 Методы идентификации опасностей и оценки риска

4.1 Выбор методов

Уровень идентификации опасностей и оценки риска зависит от сложности технологических процессов на морской установке и стадии ее жизненного цикла, на которой эта оценка проводится:

- для сложных морских установок, например, больших добычных платформ, включающих сложное оборудование, буровой комплекс и большой жилой модуль, вероятно, потребуются детальные исследования таких возможных опасных событий, как пожары, взрывы, столкновения с судами, повреждения конструкций и т. д.;
- для более простых морских установок, например платформ с ограниченной технологией промысловой подготовки, возможно применение общепринятых правил и стандартов в качестве базы, отражающей опыт эксплуатации сооружений подобного типа;
- для морских установок, построенных по ранее разработанным проектам, оценка, проведенная для исходного проекта, может считаться достаточной для принятия решения о необходимых мерах для контроля опасных событий;
- для морских установок, находящихся на ранних стадиях проектирования, оценки обычно менее детализированы, чем на более поздних стадиях проекта, и в большей мере охватывают вопросы непосредственно проектирования по сравнению с аспектами эксплуатации и управления. Критерии проектирования, разработанные на ранних стадиях проекта морской установки, должны быть верифицированы при ее вводе в эксплуатацию.

Может возникнуть необходимость пересмотра или внесения изменений в результаты проведенных исследований по идентификации опасностей и оценке рисков, если будут выявлены новые важные проблемы или выполнены значимые изменения на самой установке.

4.2 Роль опыта и оценок

Часто эффективным подходом к решению проблемы является использование знаний и опыта специалистов для идентификации опасностей и оценки риска, что особенно полезно, когда рассматриваемая деятельность аналогична проводимой ранее в этом же или ином месте эксплуатации. Весьма значимым является практический опыт персонала, приобретенный им на месторождении, а также анализ последствий опасных событий.

Однако этого подхода недостаточно для применения новых или инновационных систем и оборудования, а также там, где с учетом местных условий предыдущий опыт не является показательным. Например, опыт морской нефтегазодобычи в условиях тропического климата, как правило, не следует считать основой для оценок арктических установок.

4.3 Проверочные листы

Проверочные листы являются удобным способом идентификации и исследования опасностей, однако их использование не должно приводить к ограничению области применения какого-либо иного метода анализа. Такие листы обычно составляют на основе требований стандартов и опыта эксплуатации и поэтому их содержание обычно охватывает области, где существует высокая вероятность ошибок или ранее были проблемы. Проверочные листы могут быть использованы на всех стадиях жизненного цикла проекта.

Проверочный лист должен быть подготовлен опытными специалистами, осведомленными о конструкции и функционировании оборудования, требованиях стандартов и методик, применяемых в компании и промышленности. Такие листы могут быть подготовлены менее опытным персоналом, но эффективность их использования будет существенно зависеть от опыта авторов и внимательности пользователей. Данные листы не обеспечивают творческого подхода к идентификации и оценке новых опасностей, когда имеющийся опыт является недостаточным.

Следует регулярно проводить анализ и актуализацию проверочных листов, чтобы учесть новый опыт организации и отрасли в целом, включая результаты расследований любых несчастных случаев или инцидентов на подобных объектах.

Реестр опасностей, подготовленный в процессе выполненных ранее аналогичных работ и содержащий сведения об идентифицированных опасностях для подобной морской установки, полезен в качестве основы при создании таких листов.

Проверочный лист может быть общим или детальным в зависимости от конкретной ситуации и должен использоваться для оценки выполнения стандартных норм и правили идентификации аспектов, требующих дальнейшей детальной проработки. Проверочный лист – самый быстрый и простой метод идентификации опасностей и оценки риска.

4.4 Правила и стандарты

Правила и стандарты отражают знания и опыт компании, а также национальной или международной деятельности. Эти документы включают опыт предыдущих проектов в вопросах идентификации опасностей и оценки риска, исследований инцидентов, аварий и несчастных случаев. Они также содержат оценки опасностей и риска, включая ранее идентифицированные опасности и стандартные методы их контроля и уменьшения последствий.

Информация об опасностях, которая указывается в правилах и стандартах, обычно применяется к определенному типу операций. Например, проектировщик системы сброса давления для сосудов, находящихся под давлением, может использовать стандарт для прогнозирования опасных ситуаций, возникающих при данной операции. В некоторых случаях обеспечение соответствия требованиям предписанных стандартов уменьшает величину риска до допустимого уровня. Подобным образом приемлемость выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду может быть оценена в соответствии со стандартами в области экологии и охраны труда.

Применение проверочных листов, разработанных на основе требований правил и стандартов, является часто используемым эффективным методом проверки соответствия требованиям стандартов и выявления аспектов деятельности, требующих дальнейшего исследования.

4.5 Выбор методов структурированного анализа

В процессе идентификации опасностей и оценки риска, основанном на методах структурированного анализа, описанных в приложении В, для выбора соответствующего метода могут быть применены следующие руководящие принципы.

Идентификация основных опасностей важна на начальных стадиях проектирования, поскольку позволяет выбирать проектные решения, обеспечивающие снижение риска. Для достижения этой цели могут быть использованы методы HAZID и PHA. Если доступна соответствующая информация, то на данном этапе возможно применение метода QRA, что полезно при оптимизации планирования морской установки. Анализ чувствительности, позволяющий идентифицировать параметры, оказывающие существенное влияние на риск, обычно является частью общей оценки риска.

На более поздних стадиях проектирования могут быть полезны такие методы оценки, как FMEA, FTA (2.1.7) и ETA (2.1.6), QRA и HAZOP. Приложение В содержит информацию о необходимых исходных данных для этих методов.

Эффективность идентификации опасностей и оценки риска на этапах проектирования и эксплуатации, включая инспекцию, проведение испытаний и техническое обслуживание, может быть повышена за счет использования методов JHA и HAZOP. Иногда при идентификации последовательности действий или событий, которые могут стать причиной опасной ситуации, полезно применение метода FTA.

Метод QRA должен быть использован только при наличии адекватных входных данных, обеспечивающих получение достоверных и устойчивых к ошибкам результатов. В большинстве случаев при практическом применении будет присутствовать неопределенность и для ключевых используемых параметров и для самой модели QRA. Необходимо выполнить оценку неопределенности для подтверждения того, что ее наличие не изменит полученных результатов. Ограничения на входные данные, вероятно, будут менее значимыми при применении метода QRA для оценки различных вариантов, например при выборе концепции.

Количественную оценку риска должен выполнять персонал, обладающий соответствующими навыками и уровнем компетентности. Наиболее важным моментом является то, что модель QRA должна эффективно отражать действительность, и поэтому к оценке должен быть привлечен персонал, хорошо знающий оборудование и особенности его эксплуатации. Это справедливо в отношении подготовки входных данных, допущений и анализа полученных результатов.

Все методы оценки дают результаты, обладающие неопределенностью, поэтому такие данные следует сопоставить с заключениями опытных экспертов. При выявлении потенциальной возможности возникновения неопределенности для ключевых элементов и подтверждении полученных результатов следует использовать альтернативные методы оценки.

Идентификацию опасностей и оценку риска обычно проводят для отображения ситуации в определенный момент времени (например, при строительстве, вводе в эксплуатацию или ликвидации). Условия работы на морских установках, как правило, со временем меняются. Изменения эксплуатационных или рабочих параметров, таких как давление, температура и состав пластовой продукции, часто приводят к изменению технологического процесса и замене оборудования. Поэтому важно точно определить условия, для которых проведены идентификация опасностей и оценка риска, и определить критерии, обусловливающие необходимость повторной оценки.

5 Управление рисками

5.1 Общие положения

5.1.1 Краткий обзор процесса управления риском

Процесс идентификации опасностей, оценки и управления риском схематично показан на рисунке 2, который также иллюстрирует три этапа, описанных в разделе 3.



Рисунок 2 – Схема процесса управления риском

После идентификации существенных опасностей должна быть выполнена соответствующая качественная или, если это возможно, количественная оценка риска. Если его величина превышает отсеивающие критерии или имеются другие обоснованные причины, то необходимо провести мероприятия по снижению риска, после чего для них должны быть установлены функциональные требования.

Далее в разделе 5 приведены рекомендации по некоторым важным аспектам управления риском.

5.1.2 Организация и персонал

Идентификацию опасностей и оценку риска выполняет специальная группа, однако для некоторых видов оборудования и операций они могут быть проведены одним человеком. Эффективность этой деятельности зависит от навыков, знаний и внимательности персонала.

Количество необходимых для этой работы специалистов и требования к их опыту должны быть определены в соответствии с количеством и сложностью исследуемого оборудования и процессов. Идентификация опасностей и последующая оценка риска выполняются одной или несколькими группами специалистов, которые имеют навыки применения подобных методик и обладают знаниями в области проектирования, эксплуатации и технического обслуживания оборудования.

Как показывает практика, для достижения необходимых результатов очень важно с начальных стадий анализа привлекать к работе персонал, обладающий практическим опытом.

Эффективность идентификации опасностей и оценки риска зависит от тщательного планирования и выполнения различных задач, что должно быть начато на ранних стадиях проектирования при наличии необходимой для анализа информации, позволяя сэкономить средства и сократить время на дополнительные работы.

5.1.3 Документация

Ключевая информация и принятые при идентификации опасных событий и оценке риска решения должны быть задокументированы в установленном порядке для использования эксплуатирующим морскую установку и привлеченным для внесения изменений в ее работу персоналом.

Документация должна содержать не только записи решений, принятых при оценке процесса, но и их подробные обоснования. Следует привести применяемые для оценки основные данные и допущения и/или дать ссылки на содержащие их первоисточники (при необходимости).

Примечание – Использование структурированных таблиц или форм ведения записей полезно в ситуации, когда применяют несколько методов оценки.

5.2 Идентификация

Перед оценкой риска конкретного вида деятельности необходимо провести идентификацию опасностей, которые сопутствуют ей или могут появиться в результате ее осуществления. Должна быть проведена оценка воздействия каждой опасности для определения ее значимости и необходимости дальнейших исследований.

Различные системные подходы в общем виде представлены в разделе 4. В приложении D приведен контрольный перечень опасностей, который можно применять при их идентификации.

5.3 Оценка риска

5.3.1 Опасности и оценка риска

После идентификации опасностей необходимо провести оценку соответствующего риска для персонала, окружающей среды и оборудования.

Для разрабатываемого проекта анализ опасностей и оценка риска обычно представляют собой последовательный процесс, который начинается с оценки общих концепций и методов, а затем по мере получения необходимой информации в ходе эксплуатации морской установки становится более детальным. Для простых установок могут быть использованы одни и те же методы, однако достоверность данных для анализа более высока на поздних стадиях проектирования. Для более сложных установок на начальной стадии разработки проекта могут быть применены простые аналитические методы, однако по мере доступности большего количества данных анализ может быть дополнен более сложными методами.

Для оценки рисков на существующих морских установках можно использовать последовательный метод, предусматривающий сначала рассмотрение общих проблем с последующим приближением к областям особого внимания и применением при необходимости более подробных оценочных методик.

При оценке риска следует уделять внимание как вероятности возникновения опасности (или частоте ее повторения), так и тяжести последствий от инициирующего опасного события.

На основе анализа опасностей и оценки риска должны быть разработаны рекомендации, которые основаны на заключении эксперта или на установленных критериях, адаптированных к условиям организации и используемых для принятия решений, направленных на снижение риска до допустимого уровня.

5.3.2 Отсеивающие критерии

Отсеивающие критерии – требования, в соответствии с которыми оценивают приемлемость идентифицированной опасности или ее последствий и применяют для оценки значимости опасностей и их воздействия. Вместе с результатами оценки риска они являются основой для принятия решений в области управления рисками. Такие критерии могут включать требования, принятые в правилах и стандартах.

Отсеивающие критерии обычно устанавливают значения параметров, соответствующие допустимому пределу, определяемому на основе современного развития науки и техники и общих представлений общества. Разработанные организацией критерии максимально допустимого риска также являются отсеивающими.

Подходящие критерии следует выбирать после выявления опасностей, чтобы в последующем использовать их для сравнения с результатами оценки опасностей и рисков. Несоответствие отсеивающему критерию показывает неприемлемость условий, кроме случаев, когда может быть показана неприменимость данного критерия в конкретной ситуации. Параметры, выходящие за пределы допустимого диапазона отсеивающих критериев, необходимо повторно рассмотреть с привлечением высшего руководства компании, их принятие возможно только при его одобрении.

5.4 Снижение риска

5.4.1 Оценка мер по снижению риска

Во многих случаях мероприятия по контролю и ограничению последствий опасностей и снижению рисков очевидны и включают меры, направленные на достижение соответствия общепризнанной практике. В других случаях необходимо рассматривать дополнительные меры по снижению рисков для достижения лучшего результата. Следует учитывать широкий диапазон возможных решений применительно к выявленным опасностям, а не считать, что модернизация оборудования является наиболее подходящим методом контроля и снижения риска. В качестве примера таких решений можно отметить меры, направленные на уменьшение частоты и времени, в течение которого персонал подвергается риску.

Последовательность мероприятий по снижению риска включает:

a) предупреждение;
b) обнаружение;
c) контроль;
d) снижение последствий;
e) действия при чрезвычайной ситуации.

Всегда следует уделять внимание сначала мерам по снижению риска, которые позволяют устранять или уменьшать вероятность возникновения опасных событий. Предпочтительным для управления рисками является использование принципов проектирования, изначально направленных на обеспечение безопасности, что подразумевает следующие подходы:

- **сокращение опасностей**, например, уменьшение перечня и частоты их возникновения и/или продолжительности воздействия;
- **замена**, например, опасных веществ (материалов) на менее опасные (должен быть достигнут компромисс между безопасностью производства и обеспечением более широкого ассортимента продукции и более длительного срока службы оборудования);
- **ослабление воздействия**, например использование опасных веществ (материалов) или процессов, чтобы ограничить их потенциальную опасность: разделение технологической линии на меньшие секции за счет применения клапанов аварийного останова или проведение технологического процесса при более низких значениях температуры или давления;
- **упрощение**, например использование более простого с точки зрения проектирования, строительства и эксплуатации оборудования и технологического процесса, менее подверженного выходу из строя вследствие отказа, нарушений управления и влияния человеческого фактора.

Защитные меры должны быть определены после оценки возможных превентивных мер и направлены на снижение воздействия опасного события после его наступления. Также могут быть рассмотрены меры по ограничению эскалации такого события, защите персонала, устранению последствий и т. д. Примерами защитных мер являются: системы пожарной и газовой сигнализации, пожарного водоснабжения, активные и пассивные противопожарные системы, организация временного убежища, система эвакуации, оборудование и методы для ликвидации нефтяных загрязнений, применение защитной одежды и т. д.

Факторы, влияющие на выбор мероприятий по снижению риска, включают:

- техническую выполнимость;
- вклад;
- затраты и риски, связанные с реализацией;
- неопределенность, включая человеческий фактор.

Следует использовать прогрессивный подход, уделяя внимание прежде всего мероприятиям, позволяющим существенно снизить риск при минимальных усилиях. Последовательную оценку таких мер необходимо проводить до тех пор, пока не будут удовлетворены необходимые отсеивающие критерии или дальнейшие действия по снижению риска будут признаны нецелесообразными.

Эти мероприятия должны быть проанализированы в отношении технической реализуемости и эффективности. Во многих ситуациях такой анализ может быть проведен специалистом, ответственным за принятие решений по управлению риском, и основан на опыте и принятой практике работы.

В других ситуациях необходимо сопоставлять усилия, требуемые для осуществления мероприятий с точки зрения стоимости, времени, сложности и имеющихся ресурсов, с тем вкладом, который эти меры вносят в уменьшение риска.

Широко используется подход, когда оценивают объем и стоимость работ для реализации мер по снижению риска и эффект от каждого мероприятия отдельно. При оценке объема и стоимости работ в целом идентифицируют наиболее эффективные меры по снижению риска. Кроме того, при анализе эффективности затрат для оценки влияния неопределенности следует применять анализ чувствительности.

Неопределенность, связанная с анализом эффективности затрат, предусматривает использование его результатов только вместе с техническим обоснованием принятого решения.

Оценка действий, направленных на снижение риска, всегда должна опираться на технические принципы и здравый смысл. Кроме того, необходимо рассмотреть следующие аспекты: местные условия, уровень научно-технических знаний относительно конкретной ситуации, затраты и ожидаемую выгоду от реализации мероприятий по снижению риска.

5.4.2 Стратегии и функциональные требования

Результаты оценки опасностей и рисков, а также решения о необходимости и роли мер по их уменьшению следует задокументировать, чтобы они были доступны тем, кто эксплуатирует морскую установку и может участвовать в ее последующих изменениях. В ИСО 13702 [2] для такого документа использован термин «стратегия», уровень детализации которой должен соответствовать стадии проекта. На начальных стадиях стратегия может быть изложена относительно кратко, охватывая общие принципы и обязательные требования, однако по мере разработки проекта должна становиться более конкретной.

Для определенной морской установки может потребоваться несколько стратегий. Уровень детализации зависит от размера и стадии ее жизненного цикла. Стратегия должна описывать роль и функциональные требования для каждой из систем, необходимых для управления возможными опасными событиями на морской установке. В ИСО 13702 [2] приведены рекомендации по выбору соответствующего уровня детализации стратегии.

Особое внимание должно быть уделено подготовке функциональных требований к определению состава и проведению последующего мониторинга параметров основного оборудования, систем и технических процедур. Функциональные требования должны контролироваться на всех этапах эксплуатации, периодически анализироваться для подтверждения их значимости, быть реалистичными и достижимыми. При необходимости функциональные требования следует корректировать.

Важный принцип определения функциональных требований заключается в том, что их количество и уровень детализации должны быть соразмерны величине контролируемых рисков. Необходимо избегать ситуации, при которой установленный уровень детализации функциональных требований вносит незначительный вклад в управление риском.

При идентификации выбранных систем, для которых разрабатываются функциональные требования, рекомендуется принимать во внимание следующие факторы:

- системы должны вносить существенный вклад в управление рисками;
- параметры должны быть напрямую связаны с достижением поставленных целей;
- должна быть обеспечена возможность проверки параметров.

Функциональные требования для мер по снижению риска должны включать:

- точно установленные параметры, играющие важную роль в снижении риска;
- методические или эксплуатационные критерии, являющиеся существенными для управления риском;
- критерии, для контроля которых не требуется проведение сложных расчетов;
- регистрируемые данные, подтверждающие соответствие функциональным требованиям.

Где возможно, применение функциональных требований должно стать частью процесса эксплуатации и регистрации, связанного с выполнением конкретной деятельности. Такой подход снижает возможность дублирования принимаемых мер и повышает эффективность решения задач.

6 Рекомендации по применению на отдельных этапах проектов освоения месторождений

Приведенные в разделе 4 методы, используемые при идентификации опасностей и оценке риска, могут быть применены к различным типам деятельности при разведке и добыче углеводородов. Хотя в общем виде подход одинаков, методы его реализации и детали будут различаться для конкретных работ.

Несмотря на то, что для них могут применяться разные виды оценки, важно, что эти работы являются частью общей деятельности. Для независимо эксплуатируемых установок совокупность действий по идентификации опасности и оценке риска часто выражается в виде модели их жизненного цикла.

В таблицах приложения С приведены примеры использования процесса управления на различных этапах жизненного цикла морской установки.

Приложение А
(справочное)

Принципы идентификации опасностей и оценки риска

А.1 Опасности, инциденты и барьеры

Опасность является **потенциальным** источником вреда, который может выражаться в ухудшении здоровья или получении травм, повреждении имущества, продукции, в производственных убытках или возрастании финансовых обязательств.

При определении подхода к идентификации опасности и оценке риска наиболее важным является понимание **потенциальности** наступления нежелательного события, а не само **фактическое событие**. Такая трактовка понятия опасности более точна, чем общее понимание угрозы, случайности или риска.

Термины **острый** и **хронический** часто используют для различия опасностей, способных нанести вред в результате краткосрочных событий, таких как разливы нефти, пожары или взрывы (острые опасности), и возникающих в результате продолжительных событий, таких как длительные выбросы или вредные воздействия на персонал (хронические опасности).

Типичными примерами острых опасностей являются наличие углеводородов под давлением, проведение работ на высоте, действие источников электроэнергии, нахождение судна в непосредственной близости от морской установки и т. д.

Подход, при котором хронические опасности (иногда называемые обычными) считаются запланированными и допускаемыми событиями, является основным при оценке экологической и профессиональной безопасности, а также охраны труда. Хронические опасности, связанные с излучениями и выбросами веществ, возникают при длительной работе газового факела, сбросах промышленных стоков в море или при производственных физических и химических воздействиях, вредных для здоровья человека. Такие хронические опасности могут оказывать влияние и на экологию в течение достаточно продолжительного времени после многократного и длительного воздействия опасных веществ с относительно низким уровнем содержания или концентрации.

Ключевой особенностью хронических или обычных опасностей является необходимость контроля их уровня в установленных пределах. Например, контроль источников шума основан на проверке соблюдения ограничений его уровня в определенном месте.

При хронических или обычных опасностях неблагоприятное событие может относиться к нарушению установленных ограничений, например, уровня шума внутри и вокруг рассматриваемого места или превышения предела производственных химических или физических воздействий, опасных для здоровья.

Опасное событие наступает при реализации потенциальной опасности причинения вреда (выброс углеводородов, падение с высоты, поражение электрическим током или столкновение судна с морской установкой). Для хронических опасностей нежелательное событие может заключаться в превышении установленных пределов опасных воздействий на здоровье человека.

Термин **инцидент** имеет более широкое значение и используется для характеристики как опасных, так и других нештатных событий или их цепочки, которые **могли бы** стать причиной травмы, болезни человека и/или повреждения имущества, вредного воздействия на окружающую среду, а также снижения дохода (так называемые события «на грани аварии»).

Для предотвращения реализации опасности требуются контрмеры или **барьеры**: физические средства, например экраны, изоляция, перегородки, предохранители и т. д., или нематериальные средства, например: процедуры, системы сигнализации, обучение, тренинг и т. д.

В случае вероятности возникновения коррозии в качестве барьеров могут применяться антикоррозионные покрытия, допуски на коррозию и инспекционные программы. Меры защиты здоровья человека включают удаление выделяющихся газов и использование средств индивидуальной защиты.

Цепочку, приводящую к возникновению опасного события и его последствий, часто изображают в виде диаграммы, как показано на рисунке А.1. Левая сторона диаграммы – «дерево отказов», представляющее собой взаимосвязь угроз и событий, благодаря которой может реализоваться потенциальная опасность, наносящая вред, правая сторона – «дерево событий», характеризующее различные последствия опасного события. Меры реагирования, направленные на ликвидацию чрезвычайной ситуации, должны основываться на оценке ее последствий и разрабатываться с учетом возможных сбоев в системе контроля, предупредительных мероприятий или барьеров.

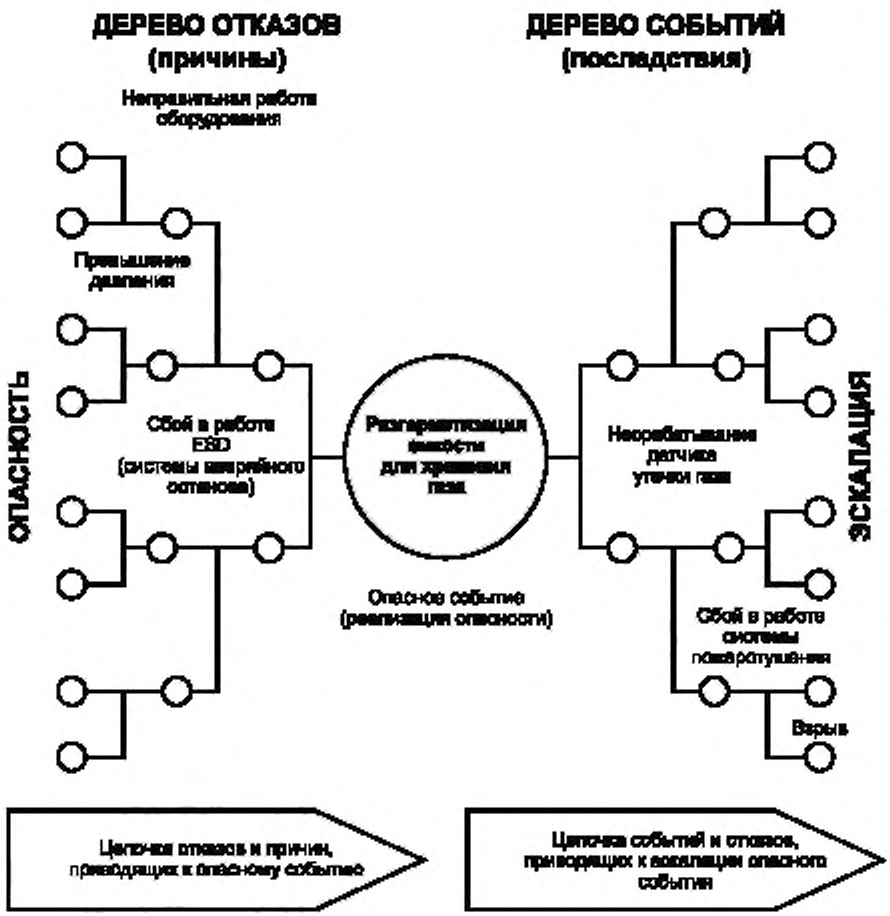

Рисунок А.1 – Диаграмма причинно-следственных связей, приводящих к возникновению опасного события и его последствий

Диаграмма на рисунке А.1 показывает, что комбинация причин и событий может привести к возникновению опасной ситуации с различными исходами, что является основополагающим принципом при идентификации опасностей и оценке риска. Все опасные события могут быть представлены в подобном виде, хотя у некоторых может быть только одна причина и одно последствие.

Взаимосвязь опасностей, инцидентов, угроз и барьеров для частной ситуации показана на рисунке А.2.

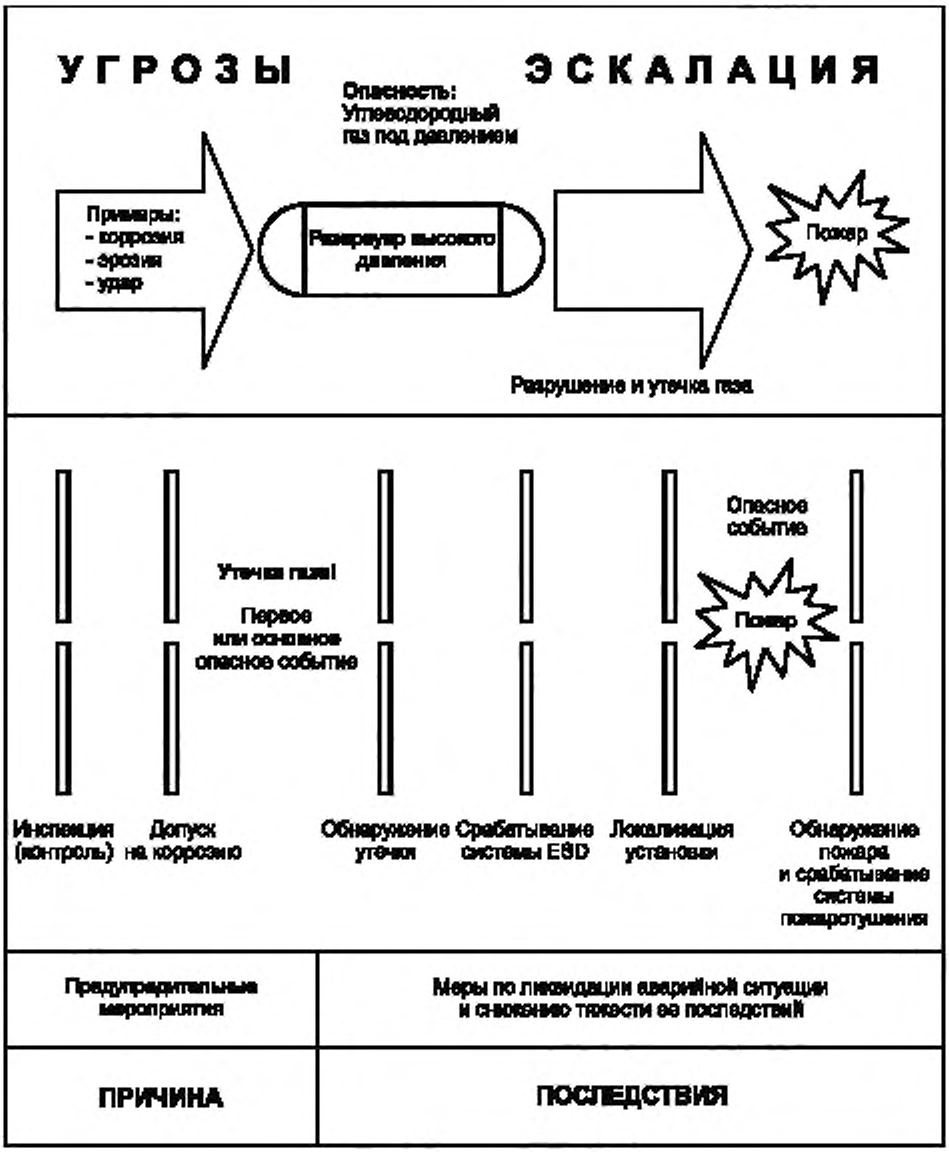

Рисунок А.2 – Термины. Утечка газа

В приложении D приведен перечень опасностей, связанных с различными видами деятельности при разведке и добыче углеводородного сырья.

А.2 Контроль и ограничение последствий опасного события

Если используемые барьеры не могут предотвратить опасного события, то мероприятия по реагированию на возникновение инцидента должны его ограничить или **снизить последствия** и взять ситуацию под контроль, обеспечивая возврат к нормальному состоянию.

При острой опасности, например потере герметичности резервуара высокого давления, возможными последствиями могут быть взрыв и пожар, распространяющиеся на соседнее оборудование. В данном случае существуют

различные меры снижения отрицательных последствий этого события, такие как системы: раннего обнаружения газа, предупреждающая об утечке и снижающая вероятность воспламенения; обнаружения пожара, выявляющая очаг возгорания; противопожарная, ограничивающая распространение огня. Также могут применяться меры, ограничивающие возможность разрушения оборудования вследствие превышения давления. Должны быть предусмотрены меры, обеспечивающие возможность покидания персоналом опасных зон, сбора в безопасном месте и, в случае необходимости, эвакуации с морской установки.

Все меры, принимаемые после наступления опасного события, начиная с первых шагов по снижению последствий и взятию ситуации под контроль и заканчивая восстановительной деятельностью, часто называют **действиями при чрезвычайной ситуации** или мерами **готовности на случай чрезвычайной ситуации**.

А.3 Риск

Риск – общепринятый термин, выражающий сочетание возможности (или, в частном случае, вероятности) наступления опасного события и его последствий. Это определение оценивает возможность (вероятность) возникновения опасного события и тяжесть его последствий.

При идентификации опасностей и оценке их воздействия этот термин часто определяют несколько иным образом в зависимости от принятого подхода к решению рассматриваемой задачи. Во многих случаях риск или его показатели выражают в виде произведения вероятности возникновения опасного события и тяжести его последствий. В практике при оценке риска для конкретной деятельности часто используют оценку возможности опасного события и его последствий в виде качественных характеристик «низкий», «средний» или «высокий» либо комбинаций этих оценок с помощью предварительно согласованных правил их применения, что позволяет использовать структурированный подход в ситуациях, где неприменимы более точные количественные методы.

Однако иногда необходимо определить риск более точно, когда его обычно рассматривают как вероятность того, что опасное событие произойдет в известный период времени или в результате конкретной ситуации. При этом определяют вероятности нескольких различных последствий, чтобы оценить совокупный риск. При таком подходе применяют следующие параметры, характеризующие риск:

- последствия нежелательного события;
- вероятность возникновения этого события;
- период времени или схему реализации события.

Термины «возможность», «вероятность» и «частота» широко используют применительно к понятию риска, и поэтому важно, чтобы их трактовка была однозначной и последовательной.

Выражения **возможность** какого-либо события или его **шансы** означает, что оно, в принципе, может произойти.

Вероятность события – отношение количества благоприятных исходов (каждый из которых отвечает наступлению рассматриваемого события) к общему количеству возможных в данных условиях. Математически это выражается числом в интервале от 0 до 1, при этом 0 означает, что событие не может произойти, а 1– что оно обязательно произойдет. Часто вероятность также выражают в процентах.

Частота – «быстрота повторяемости» наступления конкретного события в пределах установленного периода времени: может быть определена как значение, обратное среднему времени между последовательными моментами наступления рассматриваемого события, вследствие чего частоту (называемую в данном контексте повторяемостью) часто выражают в единицах, обратных единицам времени, например один раз в тысячу лет. Различие между повторяемостью и вероятностью характеризуется примером события, появление которого возможно каждые три месяца, повторяемость составляет четыре раза в год, тогда как вероятность появления всегда меньше 1.

Для принятия решения о результатах оценки риска устанавливают отсеивающий критерий, который должен:

- соответствовать идентифицированным опасностям;
- быть основанным на передовых методах и требованиях национальных или международных стандартов и пригодным для достижения поставленных целей и не быть неоправданно жестким;
- допускать обмен информацией и быть нейтральным по отношению к принципам предпочтения и предложенным решениям;
- отражать стратегические и организационные цели предприятия;
- учитывать местные условия (в том числе различные подходы к оценке риска), факторы, связанные с географическим местоположением, условиями окружающей среды, политическими и/или экономическими ограничениями и социальными отношениями;
- быть приемлемым для предприятия, государственных органов и общества в целом и отражать широко распространенные взгляды о допустимости риска (только для некоторых групп рабочих, подверженных более высокому риску, чем общество в целом, а также для персонала, полностью информированного о риске и обеспеченного соответствующими средствами контроля).

Кроме того, следует проявлять особое внимание к событиям с низкой вероятностью и существенными негативными последствиями.

Для сопоставления качественных оценок и выбора мер по снижению риска следует пользоваться матрицей, пример которой показан в таблице А.1.

В таблице приведено описание признаков допустимости риска, однако в каждом конкретном случае необходимо подготовить и использовать специально разработанную матрицу.

Таблица А.1 – Пример матрицы риска и рассматриваемых последствий

<table>
<tr><th colspan="5">Последствия для</th><th colspan="4">Увеличение вероятности опасного события</th></tr>
<tr><th rowspan="2">Оценка серьезности (тяжести)</th><th rowspan="2">людей</th><th rowspan="2">активов (имущества)</th><th rowspan="2">окружающей среды</th><th rowspan="2">репутации предприятия</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr>
<tr><td>в отрасли при разведке и добыче углеводородного сырья</td><td>в компании-операторе</td><td>несколько раз в год в компании-операторе</td><td>несколько раз в год на одном месте</td></tr>
<tr><td>0</td><td>Без вреда здоровью</td><td>Без ущерба</td><td>Без вреда</td><td>Без урона</td><td colspan="4" rowspan="4">Долгосрочное управление, направленное на постоянное улучшение</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Легкие ушибы и травмы</td><td>Небольшой ущерб</td><td>Небольшой вред</td><td>Небольшой урон</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Небольшие ушибы и ранения</td><td>Незначительный ущерб</td><td>Незначительный вред</td><td>Незначительный урон</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Значительные повреждения и ранения</td><td>Значительный ущерб</td><td>Значительный вред</td><td>Значительный урон</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Один несчастный случай со смертельным исходом</td><td>Крупный ущерб</td><td>Существенный вред</td><td>Большой урон в масштабах страны</td><td rowspan="2">Внедрение мер по снижению риска</td><td colspan="3" rowspan="2">Несоответствие отсеивающему критерию</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Множественные несчастные случаи со смертельным исходом</td><td>Огромный ущерб</td><td>Огромный вред</td><td>Огромный урон на международном уровне</td></tr>
</table>

Приложение В
(справочное)

Методы структурированного анализа

В.1 Общие положения

Настоящее приложение описывает некоторые методы и процедуры структурированного анализа, часть которых разработана для систем экологического менеджмента и охраны труда, обычно с применением принципов, аналогичных используемым при управлении безопасностью. При определенной адаптации эти методы применимы к процессам выброса в атмосферу, сброса опасных веществ, образования отходов, воздействия, связанного с профессиональной деятельностью и т. д. Описания некоторых методов включают отсеивающие критерии.

В.2 Идентификация опасности (HAZID)

HAZID – метод идентификации всех существенных опасностей, связанных с рассматриваемой деятельностью.

Сначала необходимо идентифицировать все возможные нежелательные последствия, которые могут произойти, а затем опасности, вызывающие их. Обычной практикой является включение в перечень всех реальных опасностей без решения вопроса, насколько каждая из них представляет собой значимый риск для рассматриваемого вида деятельности. После составления перечня опасностей необходимо провести анализ каждой для определения ее значимости и необходимости дальнейшей оценки.

Структурированный подход к идентификации нежелательных последствий обычно начинается с их разделения по таким достаточно широким категориям, как воздействие на человека, окружающую среду и экономику, которые могут быть далее подразделены на типы причиняемого вреда, например действие токсичных веществ и радиации, термическое и механическое воздействие, избыточное давление, поражение электрическим током и т. д. Чем более точно определены последствия, тем легче позднее идентифицировать инициирующие опасности. При идентификации последствий и опасностей часто используют проверочные листы, реестры опасностей для аналогичных видов деятельности и результаты предыдущего анализа по методу HAZID.

После определения последствий специалист может идентифицировать опасности, связанные с системами, процессами и установками, которые при их реализации приводят к возникновению этих последствий. Общепринятые методики идентификации опасностей включают анализ свойств материалов и режимов технологического процесса, опыта деятельности компании и промышленности в целом, разработку матрицы взаимодействия, применение таких методов оценки опасностей, как дерево отказов или анализ видов и последствий отказов. На данном этапе важно расширить область рассматриваемых проблем, чтобы не пропустить потенциальные опасности.

Также может быть использован альтернативный подход, включающий рассмотрение перечня всех потенциальных опасностей, как показано в приложении D. Для каждой из них необходимо оценить ее взаимосвязь с анализируемой ситуацией. На данном этапе решения относительно важности или значимости опасности не принимают, подобную оценку проводят позднее. Все опасности, идентифицированные как имеющие отношение к рассматриваемой ситуации, должны быть добавлены в итоговый список.

После того как подготовлен перечень опасностей (с помощью их иерархии или рассмотрения последствий), применимых для конкретной ситуации, необходимо оценить значимость каждой их них. Типичными причинами, по которым опасность относят к незначимым, могут быть:

- очень низкая частота ее возникновения, например воздействие метеорита;
- незначительное воздействие на величину риска, например выброс газа из трубопровода на значительном расстоянии от морской установки;
- влияние, учитываемое при рассмотрении другой более серьезной опасности.

Целесообразно составить одновременно полный список опасностей и причин для классификации некоторых из них как незначительных, что облегчает корректировку их перечня при изменении технологического процесса или условий эксплуатации. Прежде чем классифицировать определенные опасности как незначительные, необходимо внимательно рассмотреть величину всех рисков (для персонала, окружающей среды и материальных активов).

Обычной практикой является подготовка формального списка опасностей, который содержит подробное описание каждой и соответствующую информацию о потенциальных причинах и последствиях опасного события, системе и оборудовании, географическом расположении морской установки (если применимо) и ссылки для идентификации. По возможности рекомендуется группировать опасности для уменьшения дальнейших расчетов.

В.3 Предварительный анализ опасностей (PHA)

PHA – аналитический метод, используемый для идентификации опасностей, которые при отсутствии необходимых предупредительных мер могут привести к возникновению инициирующего события. Типичными

источниками рассматриваемых опасных событий являются: находящиеся под давлением нефть и газ, жидкости с высокой температурой, объекты, требующие применения грузоподъемных устройств, движущиеся объекты (вертолеты, суда), взрывчатые вещества, шум, радиоактивные, воспламеняющиеся, токсичные материалы и т. д.

Метод PHA часто используют для оценки опасностей на ранних стадиях проекта при разработке концепции и в процессе предварительного проектирования. Для его применения не требуется законченный рабочий проект, поскольку метод позволяет провести идентификацию возможных опасностей на начальной стадии и, таким образом, выбрать наиболее рациональный вариант расположения технологических установок и оборудования.

Общий процесс PHA включает следующие этапы:

a) определение подсистем и режимов эксплуатации;

b) идентификацию опасностей, связанных с конкретной подсистемой или операцией;

c) установление конкретного события, возникающего при реализации опасности;

d) оценку вероятности появления опасного события и возможного последствия для каждой из нежелательных ситуаций, последующую классификацию вероятностей и последствий событий с помощью специального набора правил;

e) выявление и оценку действий, которые должны быть выполнены для уменьшения вероятности возникновения опасного события или ограничения его последствия;

f) оценку эффекта взаимовлияния различных опасных событий, а также анализ влияния отказов общего характера и отказов, обусловленных общей причиной.

При использовании метода PHA обычно применяют структурированный подход и специальную табличную форму. Последовательно исследуют каждое опасное событие, которое идентифицировано для конкретной подсистемы или операции, и делают запись в одной строке таблицы. Результатом является «ранжирование риска» для конкретного опасного события, подсистемы или операции. На последующих стадиях проектирования метод PHA дополняют более детализированными методами FMEA и HAZOP.

B.4 Анализ безопасности работ (JHA)

JHA – качественный метод оценки риска, связанного с конкретным видом деятельности, используемый при принятии решения о превентивных мерах для уменьшения риска. Точная форма оценки может отличаться в различных компаниях, однако общий подход включает разделение работы или деятельности на несколько логически связанных этапов, выполняемых для решения определенной задачи. Для каждого этапа выявляются опасности, последствия и риски, а также определяются необходимые меры безопасности и действия при чрезвычайной ситуации.

Для каждого этапа обычно применяется следующий подход.

- **Идентификация опасностей**. На этом этапе полезно подготовить ответы на вопросы: что именно необходимо сделать; какие материалы, инструменты и оборудование будут использованы; когда (дневное или ночное время, сезон и т. д.) и где (на высоте, в ограниченном пространстве и т. д.) будет проводиться работа; как поставленная задача может повлиять на персонал, другой технологический процесс и оборудование, находящееся в непосредственной близости.

- **Оценка последствий идентифицированной опасности**: Обычно выполняют, используя шкалу: «высокая, средняя или низкая». В этом контексте целесообразно подготовить ответы на вопросы: каково воздействие опасности; является оно краткосрочным или долгосрочным; действует ли опасность на оборудование и людей; какой масштаб повреждений; сколько человек может пострадать; эффект от действия опасности проявляется немедленно или с запаздыванием, позволяя персоналу избежать этого воздействия.

- **Оценка возможности (вероятности) возникновения опасности**: Обычно выполняют, используя шкалу: «высокая, средняя или низкая». В этом контексте целесообразно подготовить ответы на вопросы: насколько вероятно, что данная опасность будет возникать каждый раз при проведении определенной работы или ее частота будет ниже (в 10 или 100 раз в случаях выполнения работы или один раз за весь срок службы); если возникает опасная ситуация, всегда ли реализуется худший вариант событий; влияют ли на вероятность возникновения опасного события характер работы, персонал или применяемое оборудование.

- **Определение риска, соответствующего этапу работ**. Используют шкалу оценок:«высокий, средний или низкий», итоговое значение определяют исходя из произведения оценок вероятности возникновения опасного события и его 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 идентифицированного риска**. Для этого необходимо ответить на следующие вопросы: может ли изменение графика работ снизить риск; могут ли работы, выполняемые одновременно, проводиться независимо друг от друга; возможно ли за счет физических действий снизить вероятность возникновения опасности.

- **Оценка остаточного риска**, выполняемая после реализации мер безопасности. Включает идентификацию необходимых средств для снижения последствий при возникновении опасной ситуации. Принятой формой вопросов является: «Что если ....?».

Для обеспечения единообразия подхода и систематической оценки, как правило, применяют стандартную для проекта форму выполнения метода JHA, которая позволяет точно идентифицировать меры безопасности и необходимые средства и может быть использована в качестве проверочного листа для их внедрения.

Метод JHA лучше всего может быть реализован небольшой группой специалистов, компетентных в области применяемых оборудования, систем и операций, способных провести анализ на основе логики и здравого смысла.

B.5 Анализ дерева отказов (FTA)

FTA применяют для определения различных сценариев, которые могут привести к возникновению опасного события. Этот метод разработан для идентификации причин отказа оборудования и ранее использовался, главным образом, при оценке надежности и работоспособности. Дерево отказов – графическая модель, показывающая различные комбинации отказов оборудования и ошибок человека, которые могут привести к возникновению опасного события, обычно называемого завершающим. Преимуществом анализа дерева отказов является его способность учитывать отказы оборудования и ошибки человека, что позволяет составить реальное представление о последовательности шагов, приводящей к возникновению опасного события. Метод FTA обеспечивает целостный подход к идентификации предупреждающих и ограничивающих последствия действий за счет выявления основных причин опасного события, например отказа оборудования или сбоя программного обеспечения.

Метод FTA хорошо подходит для анализа сложных систем и систем с высокой степенью резервирования. Для систем, в которых единичные отказы могут привести к опасным событиям, более подходящими являются методы, ориентированные на единичные отказы, такие как FMEA и HAZOP. По этой причине анализ дерева отказов часто применяют в ситуациях, где с помощью другого метода, например HAZOP, уже выявлена возможность возникновения опасного события, которое требует дальнейшего исследования.

Результатом анализа дерева отказов является логическая диаграмма, основанная на булевой алгебре (использующей логические операции «И», «ИЛИ»), которая описывает различные комбинации событий, приводящих к опасной ситуации. Для сложного технологического процесса может возникнуть необходимость в построении большого числа деревьев отказов для анализа всех завершающих событий. Эксперт должен принять решение о том, когда выбранные события должны исследоваться.

Анализ деревьев отказов позволяет идентифицировать отказы или сбои, в результате которых может возникнуть опасное событие. Их различные комбинации могут быть качественно проранжированы в зависимости от вида и числа отказов, приводящих к возникновению завершающего события. Анализ перечня таких комбинаций помогает выявить недостатки проектирования и эксплуатации системы и, таким образом, определить направления улучшения безопасности введением дополнительных барьеров.

Для анализа дерева отказов необходимо детально понять функционирование установки или системы, иметь подробные чертежи и описания процессов, знать виды отказов и их последствия. Для проведения эффективной и высококачественной оценки риска к подобным работам следует привлекать только опытных и высококвалифицированных специалистов.

Затраты времени и средств, требуемые для анализа дерева неисправностей, зависят от сложности исследуемой системы и необходимого уровня ее детализации. Моделирование единственного завершающего события группой опытных специалистов может быть выполнено менее чем за один день. Анализ сложных систем с большим количеством потенциальных опасных событий может потребовать значительно большего времени и средств.

B.6 Анализ дерева событий (ETA)

Дерево событий – графический способ представления возможных результатов опасного события, такого как отказ оборудования или ошибка человека. Метод ETA предусматривает определение реакции системы и операторов на опасное событие для получения всех возможных альтернативных данных. Результатом метода ETA является набор сценариев, возникающих при комбинации отказов оборудования или ошибок персонала и описывающих возможные инциденты в виде последовательности событий (успеха или неудач функций безопасности), которые следуют за инициирующим опасным событием. Метод ETA подходит для анализа сложных процессов, включающих несколько уровней систем безопасности или мер реагирования на чрезвычайные ситуации, которые вводятся в действие при возникновении определенного инициирующего опасного события.

Деревья событий используют для идентификации путей эскалации опасного события в сложных технологических процессах, для чего могут быть установлены приводящие к ним комбинации отказов. Это позволяет идентифицировать дополнительные барьеры для снижения вероятности эскалации опасного события.

Результатами применения метода ETA являются модели дерева событий и действия системы безопасности (успешные или неудачные), приводящие к определенным результатам. Последовательность инцидентов в виде такого дерева, представляет собой комбинацию событий, объединенных логической операцией «И». Таким образом, эта последовательность может быть приведена к форме модели дерева отказов для проведения дальнейшего качественного анализа. Эксперты могут использовать результаты метода ETA для идентификации проектных и процедурных недостатков и на их основе разработать рекомендации для снижения вероятности и/или последствий анализируемых потенциальных инцидентов.

Для применения метода ETA необходимо знание о возможных инициирующих опасных событиях (таких как отказ оборудования и сбой в системе, которые могут стать причиной аварии), о функциях системы безопасности или об аварийных процедурах, предназначенных для снижения воздействия опасного инициирующего события.

Метод ETA может быть выполнен одним экспертом, если он обладает детальными знаниями о системе, однако предпочтительнее группа из двух или четырех человек, использующая метод мозгового штурма, который приводит к составлению более полного дерева событий. В группу должен быть включен, по крайней мере, один участник, хорошо знающий метод ETA, а остальные должны обладать знанием производственных процессов и опытом работы с анализируемыми системами.

B.7 Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)

При проведении анализа HAZOP группа экспертов различной специализации применяет системный подход для идентификации опасностей и ухудшения работоспособности, возникающих в результате отклонений от намеченного диапазона режимов технологического процесса. Руководитель группы методично проводит ее по проекту морской установки, используя фиксированный набор «указателей» для определенных параметров процесса в дискретных точках или «узле исследования» системы, которым может быть дискретная точка технологического процесса или конкретная линия трубной обвязки.

Например, указатель «высокий» в сочетании с параметром процесса «уровень» приводит к вопросам, относящимся к его возможным отклонениям от проектных значений. Иногда руководитель использует проверочные листы или практические сведения о применении рассматриваемого процесса для разработки необходимого списка отклонений, которые группа в дальнейшем будет рассматривать с помощью метода HAZOP. Она проводит анализ **воздействий** всех отклонений в рассматриваемой точке и определяет их возможные причины (например, ошибка оператора, блокировка стока и т. д.), **последствия** отклонений (например, разлив жидкости, загрязнения и т. д.) и **защитные меры**, направленные на их предупреждение (например, управление уровнем жидкости, применение перепускной трубы и т. д.). Если причины и последствия существенны, а защитные меры недостаточны, следует проводить регистрацию всех деталей анализа для принятия последующих действий. В некоторых случаях группа может выявить отклонения, вызываемые реальными причинами, но с неопределенными последствиями, что требует дополнительных исследований для определения их возможности.

Результатами анализа HAZOP являются выявленные опасности и проблемы эксплуатации, рекомендации по изменению проекта, рабочих процедур и т. д., направленные на улучшение системы, а также по проведению дополнительных исследований в областях, где невозможно сделать заключения из-за недостатка информации. Обычная практика – запись результатов обсуждения причин отклонений, их воздействий и защитных мер для каждого узла или части процесса, оформленная в виде таблицы.

Цель HAZOP состоит в идентификации потенциально проблемных областей и выработке рекомендаций по решению этих проблем. Поэтому особенно важно установление точных процедур и определение ответственности для выполнения рекомендаций HAZOP и проведения необходимых действий соответствующим персоналом.

До начала анализа HAZOP необходимо обеспечить доступ к подробной информации о проекте и технологических процессах, поэтому этот метод чаще всего используют на стадии подготовки рабочей документации после разработки схем технологического процесса или в процессе модификации эксплуатируемого оборудования. Для проведения анализа HAZOP требуется информация о технологическом процессе, контрольно-измерительных приборах и планируемых или действующих рабочих процедурах, которую обычно предоставляют участники группы, являющиеся экспертами в рассматриваемых областях. Привлечение к работе подготовленных и опытных руководителей является основой эффективного и высококачественного анализа HAZOP.

Как правило, группа включает от пяти до семи человек с различным опытом работы в таких областях, как проектирование, эксплуатация, техническое обслуживание, безопасность, охрана труда, окружающей среды и т. п. Обычно руководителю помогает секретарь, который ведет протоколы обсуждений в ходе работы группы. Для анализа простого или ограниченного по объему процесса может быть создана группа из трех-четырех человек, обладающих необходимым уровнем навыков и опыта.

B.8 Оценка риска для здоровья (HRA)

Метод HRA, который обычно адаптируют к конкретной ситуации, включает идентификацию, оценку вредных производственных факторов (опасностей) и разбивку рассматриваемой деятельности на несколько задач с последующей оценкой риска для здоровья, соответствующего каждой. Должен быть рассмотрен широкий круг вредных факторов, которые могут влиять на здоровье персонала, в том числе:

- химические – наличие в рабочей зоне токсичных газов, агрессивных химических веществ, недостаточное содержание кислорода, повышенная запыленность рабочей зоны, особенно пылью асбеста, и т. д.;
- биологические – наличие патогенных микроорганизмов;
- физические – повышенная или пониженная температура, увеличенный уровень шума, вибрации, ионизирующих излучений, повышенное или пониженное барометрическое давление в рабочей зоне, его резкое изменение и т. д.;
- эргономические – связанные с вертикальным перемещением предметов, подъемом тяжестей, неудобными позами, повторяющимися движениями и т. п.;
- психологические – стресс, эффект высоты, клаустрофобия, изоляция и т. д.

Должны быть рассмотрены кратковременные и постоянные факторы.

Пределы допустимого воздействия для химических вредных факторов и ионизирующего излучения обычно установлены в национальных и международных стандартах, ссылки на которые могут быть включены в отсеивающие критерии.

После идентификации опасностей, соответствующих каждой задаче, должна быть проведена оценка тяжести последствий опасной ситуации, которую используют при принятии решений в области управления риском для здоровья.

В процессе оценки этого риска должны быть рассмотрены и детализированы действия в чрезвычайной ситуации, направленные на ограничение воздействия опасного события. Указанные меры предусматривают обеспечение спасательными средствами и медицинской помощью, включая антидоты, обследование персонала и т. п.

Часто при оценке риска для здоровья применяют табличный подход, который позволяет соотнести идентифицированные опасности с необходимыми мерами защиты и действиями в чрезвычайной ситуации. Также необходимо исследовать сочетания вредных факторов.

Паспорта безопасности, которые являются эффективным средством при идентификации вредных факторов и соответствующих мер защиты, должны быть использованы в ситуациях, когда опасные вещества применяются или обрабатываются или выполняются обычные технологические операции, являющиеся вредными. Паспорт безопасности основан на последней информации, касающейся конкретных опасностей, и должен обновляться по мере получения новых сведений.

Паспорта безопасности могут быть подготовлены национальными или международными организациями или предприятием. На основе такого паспорта формируют «Проверочный лист», форма и содержание которого связана со спецификой вещества (материала), процесса или задачи. Хотя форма паспорта безопасности может изменяться в зависимости от конкретных условий, в него обычно включают следующие основные данные:

- спецификацию веществ (материалов), процесса или задач;
- перечень классов веществ (материалов) или ситуаций, в которых он применим;
- опасности, связанные с веществами (материалами), процессами или задачами;
- требуемые меры предосторожности;
- чрезвычайные меры, предусмотренные для защиты от опасности;
- нештатные ситуации, приводящие к возникновению конкретных опасностей, например, особая комбинация химических элементов, одновременно выполняемые процессы, влияние погодных условий и т. д.

Дополнительные рекомендации по использованию метода HRA применительно к опасным химическим веществам приведены в приложении D.

B.9 Анализ видов и последствий отказов (FMEA)

Результатом метода FMEA является таблица, в которой перечислены все единицы оборудования, возможные виды отказов и их последствия. Характер отказа представляет собой описание причин его наступления, результатом которого может быть инцидент, его последствия или реакция системы на отказ.

Метод FMEA идентифицирует единичные возможные отказы или отказы, способствующие возникновению аварии, и не применяется для идентификации комбинаций отказов, приводящих к аварии. FMEA может быть использован совместно с другими методами идентификации опасностей, такими как HAZOP, для специальных исследований, например, сложных контрольно-измерительных систем.

Цель метода FMEA – идентификация характера отказов оборудования и влияния каждого из них на работу системы. На стадии проектирования FMEA может быть применен для выявления потребности в дополнительных системах защиты или резервировании. При модернизации оборудования этот метод используют для идентификации воздействия производимых изменений на действующее оборудование, а также единичных отказов, которые могут привести к значительным инцидентам. Поскольку FMEA является субъективным методом, то для его осуществления необходимо привлечь, по крайней мере, двух специалистов, хорошо знающих оборудование и особенности его функционирования. Оценку различных частей оборудования могут проводить разные специалисты.

Анализ характера, последствий и критичности отказов (FMECA) представляет собой анализ FMEA, дополненный ранжированием критичности каждого отказа.

B.10 Моделирование физических процессов (PEM)

PEM позволяет прогнозировать развитие физических процессов в условиях инцидента с помощью математического моделирования. Этот метод часто используют в QRA для расчета количественной оценки риска, а также для математического моделирования оценки последствий опасного события, частота которого может быть неизвестна или известна приближенно.

При проведении оценки риска обычно применяют следующие модели физических объектов и процессов:

- опорного блока, палубы и модулей для оценки действия различных случайных нагрузок, возникающих от столкновения с судном, взрыва, экстремальных условий окружающей среды, падающих предметов и т. д.;
- выброса углеводородов для установления интенсивности утечки из отверстий различного размера и вычисления массы различных фаз при утечке;
- рассеивания для определения распространения газа при утечке;

- избыточного давления при взрыве в результате воспламенения от утечки газа. Разработан ряд методов, используемых для решения данной задачи. Самые простые из них позволяют оценить максимальное избыточное давление при взрыве на основе общего объема зоны, заполненной газом. Может быть рассчитано давление в разных точках как функция времени и определено воздействие взрыва на удаленные конструкции и оборудование. Результаты моделирования избыточного давления при взрыве могут быть применены в программе расчета динамической прочности для оценки его воздействия на конструкцию морской установки;
- уровней тепловых потоков при возникновении пожара в различных местах морской установки. Как и для моделирования взрыва, используют набор различных моделей, начиная от простых, основанных на корреляции результатов испытаний, до сложных численных методов, основанных на принципах вычислительной гидрогазодинамики.

Важно, чтобы такие модели были достоверными, а диапазон условий их применения понятен. Успешность их использования зависит от наличия у персонала необходимого опыта и квалификации, а точность результатов – от сложности модели, неопределенности исходных данных и физического процесса.

Все модели обладают погрешностью, которую учитывают при принятии решений. Не рекомендуется при расчете конструкции опираться только на результаты моделирования, поскольку большинство систем должны выдерживать определенный набор нагрузок, из которых не все могут быть смоделированы. Например, перегородку для защиты от взрыва не следует проектировать только исходя из значения избыточного давления, установленного при моделировании, если практически возможно и экономически целесообразно установить рассчитанную на более высокие нагрузки.

B.11 Анализ процессов покидания, эвакуации и спасания (EERA)

EERA – метод оценки эффективности аварийно-спасательных средств и процедур, который целесообразно применять совместно с PEM или QRA. Он заключается в проведении структурированного анализа средств и процедур покидания, эвакуации и спасания при реализации определенных сценариев. Чтобы метод EERA был эффективным, должна быть установлена четкая связь между используемыми сценариями и условиями, которые могут возникнуть в результате опасного события.

Средства покидания, эвакуации и спасания обычно включают пути покидания (в том числе, если применимо, мосты перехода на соседнюю морскую установку), средства оповещения для сбора во временном убежище, эвакуации (вертолет, спасательные шлюпки, спасательные плоты, аварийные рукава) и спасания (дежурные суда, поисково-спасательные вертолеты и неспециализированные суда, присутствующие в районе ведения работ). Часто в качестве составной части в метод EERA включают анализ распространения дыма для подтверждения отсутствия задымления во временном убежище в течение установленного периода.

В процессе EERA обычно анализируют поведение различных систем в чрезвычайной ситуации, используя проверочный лист, в котором детализированы требуемые рабочие характеристики. Адекватность, доступность и способность к выживанию рассматривают применительно к каждому из представительных (вероятных) сценариев, принимая во внимание резервирование этих систем.

Анализ EERA, выполненный на основе качественной оценки, позволяет идентифицировать недостатки аварийных средств и определить направления улучшения для исследуемой системы. При наличии количественных данных, полученных на основе повторяемости события, можно оценивать изменения величины риска вследствие изменений в подготовке к действиям в чрезвычайной ситуации. В этом случае для проверки приемлемости предлагаемых улучшений может быть проведен анализ эффективности затрат, но при принятии решения необходимо также учитывать инженерные заключения и сложившуюся в отрасли практику.

B.12 Количественная оценка риска (QRA)

QRA – общий термин, который обычно используют по отношению к методам, позволяющим получить оценку риска для конкретной деятельности в численных значениях, а не в относительных качественных величинах, таких как «риск высокий» или «риск низкий». Этот метод можно применять для оценки всех рисков, включая риск для персонала, окружающей среды, морской установки и/или активов и финансовых интересов компании. В общем виде этот процесс включает следующие этапы:

- **идентификацию опасностей** – обычно проводят, используя формы HAZID (см. B.2);
- **определение совокупности представительных опасных событий** – включает события (сценарии аварий), возникающие в результате реализации всех опасностей, идентифицированных как существенные в анализе HAZID, а также при необходимости перечень возможных сценариев возникновения и развития аварий. Обычно для сокращения объема работ при проведении анализа подобные опасные события группируют;
- **оценку повторяемости** опасных событий – обычно вычисляют на основе статистических данных. Может быть применена информация соответствующих баз данных компании и отрасли в целом, при этом особое внимание стоит обратить на ее достоверность. Если статистические данные недоступны или ненадежны, можно использовать прогнозный анализ на основе физических свойств, а также в некоторых ситуациях количественный анализ дерева отказов для определения повторяемости конкретных опасных событий;
- **анализ непосредственного влияния опасного события** – обычно дерева событий, исследующий все возможные результаты опасного события и определяющий вероятность его появления. Этот этап процесса QRA

предусматривает применение математических моделей для прогнозирования физических явлений (распространение газа или утечки жидкостей, избыточное давление при взрыве, размер и продолжительность пожара и т. д.) и характеристик оборудования (готовность газовой сигнализации, эффективность ликвидации разливов нефти, способность конструкции выдерживать нагрузки при чрезвычайной ситуации). Результатом этой фазы оценки является серия конечных событий и их расчетная повторяемость, которая обычно выражается в виде числа событий в год;

- **оценку последствий идентифицированных конечных событий –** анализ их воздействия на величину риска. На этом этапе снова может быть использовано математическое моделирование, но чаще применяют сравнение непосредственного результата, рассчитанного на предыдущем этапе, с информацией о его влиянии на величину риска. Так, уровень токсичности конкретного выброса может быть сопоставлен с данными о летальных исходах в подобных ситуациях для определения вероятности гибели персонала. Уровень загрязнения в конкретной точке в результате определенного выброса может быть сопоставлен с известными экологическими данными для определения последствий для окружающей среды в результате конечного события. Величину избыточного давления при взрыве можно использовать для расчета повреждений оборудования и конструкций для установления финансового ущерба вследствие требуемого ремонта и снижения добычи. Для выражения риска в абсолютных величинах последствия группируют в категории, а затем выражают риск через повторяемость наступления опасных событий, имеющих последствия, отнесенные к конкретной категории. Результатом этой стадии оценки является набор последствий (или категорий) опасных событий и их расчетной повторяемости;

- **суммирование риска** – общая частота наступления каждого из последствий или их категорий определятся как сумма значений частот для всех конечных событий. Суммарный риск для каждого из рассматриваемого массива рисков устанавливается различными частотами последствий, представленными в форме матрицы риска. Затем значения сопоставляют с отсеивающими критериями для определения допустимости риска. Важно, чтобы ограничения, присущие некоторым отсеивающим критериям, таким как количество несчастных случаев со смертельным исходом, средний индивидуальный риск и снижение безопасности, обязательно учитывались при анализе результатов оценки риска.

Принятые предположения должны отражать существующую практику, включая частоту и методы проведения инспекций и технического обслуживания оборудования, периодичность тренировок персонала, рабочие процедуры и т. д.

Количественную оценку рисков следует использовать только в качестве вспомогательного средства, но не как основной механизм при принятии решений. Результаты QRA надо применять осторожно, особенно при их сравнении с отсеивающими критериями.

Принимая решения с использованием QRA, необходимо обращать внимание на следующие факторы:

- Результаты анализа – не более чем допущения, сделанные на основе определенных входных данных. Следовательно, какой бы сложной ни была аналитическая модель, результаты будут под вопросом, если входная информация не являлась точной и применимой. Важно учитывать, что точность и применимость – различные понятия. Например, очевидно, что статистические данные, касающиеся утечки в одном типе фланца, не могут быть достоверными для прогнозирования утечки из технологических установок, имеющих другой тип фланца, даже при наличии очень точных данных. И, наоборот, несмотря на то, что статистические данные применимы для конкретного случая, они могут быть неточными, поскольку некоторые утечки не обнаружены и зафиксированы или общее количество фланцев конкретного типа, где произошли утечки, могло быть неверно оценено или подсчитано. Поэтому очень важно обеспечить точность и достоверность входных данных при применении QRA. Если ее результаты используют для сравнения альтернативных вариантов, точность входных данных может быть ниже, чем при определении абсолютных значений риска.

- Многие аналитические методы в настоящее время применяют сложные компьютерные модели, основанные, например, на теории гидрогазодинамики для прогноза рассеивания газа или воздействий пожара и взрывов. Хотя достигнутые результаты значительно лучше полученных ранее, они не являются абсолютно точными и содержат значительные неопределенности, возникающие из-за таких факторов, как порывы ветра и образование вихрей. Кроме того, на некоторых этапах QRA необходимо выполнение большого числа оценок, особенно при прогнозировании возможных последствий опасного события, что должно быть учтено при выборе методов оценки.

- Человеческий фактор является одной из главных причин опасных событий, но в настоящее время его не учитывают в большинстве методов QRA. Например, трудно с большой точностью прогнозировать частоту утечек газа на основе объема или типа работ, выполняемых на морской установке в конкретное время. Таким образом, нецелесообразно использовать QRA как единственный метод принятия решения при выборе альтернативных вариантов эксплуатации и строительства.

- Имеется возможность применения результатов QRA, полученных за счет манипулирования данными для достижения соответствия абсолютным критериям риска, в качестве обоснования причины отказа от проведения мер по его снижению.

QRA может быть использован для оценки риска для персонала, активов, окружающей среды и общества в целом. В настоящее время этот метод (или специальный «экологический» QRA) применяется только для очень опасных событий. При разведке и добыче нефти и газа оборудование во многих случаях находится на значительном удалении от населенных территорий, поэтому риск для населения не является преобладающим. В области нефтегазопереработки он – предмет особого внимания.

Применение QRA не ограничено выполнением больших, сложных и дорогостоящих исследований. Использование этого метода может помочь быстро и с небольшими затратами структурировать решение задач, для которых его нельзя получить интуитивно. Без количественного анализа риска в некоторых ситуациях может возникнуть опасность выделения недостаточных ресурсов для опасных событий с низким риском. Поскольку он является произведением вероятности на ущерб, могут быть выделены недостаточные средства на меры по снижению риска, если вероятность возникновения событий с опасными последствиями оценена неверно.

В.13 Анализ эффективности затрат

Метод анализа эффективности затрат обычно используют в процессе принятия решений, что позволяет напрямую сопоставить полученный эффект с затратами. Данный метод может быть применен в сочетании с качественной, количественной или иной оценками риска.

Анализ обычно начинают с определения направлений действий, которые могут привести к получению некоторых выгод: изменение режимов эксплуатации, модернизация оборудования, проведение дополнительного обучения операторов, снижение численности персонала морской установки, изменение частоты проверок или технического обслуживания и т. д.

Полученный от проведения конкретных мероприятий эффект, который проявляется в снижении риска и/или уменьшении затрат, устанавливают с помощью соответствующих инструментальных средств. Такой эффект далее может быть определен в стоимостном выражении, для чего применяют наиболее приемлемый в конкретной ситуации подход. Этот этап часто является сложным из-за высокой степени субъективности, характера решаемых проблем и изменяющегося отношения общества к риску.

Важно рассмотреть положительное и отрицательное воздействие конкретных мероприятий. Подход к стоимостному выражению различных значений риска должен быть последовательным, насколько возможно.

Полученный эффект в стоимостном выражении следует сравнить с затратами на проведение мероприятий по снижению риска. Вследствие того, что между этим эффектом и необходимыми затратами обычно существует определенный интервал времени, при сравнении часто используют методы дисконтирования.

В.14 Матрица риска

В некоторых ситуациях полезно провести оценку риска с применением качественных методов, часто используемых при решении проблем, для которых детальный анализ QRA может быть сложным или малоэффективным. Матрица риска, пример которой приведен в таблице А.1, применяется для адекватного ограничения диапазона значимых последствий и частот события.

В.15 Оценка уровня полноты безопасности (SIL)

Если системы, включающие контрольно-измерительные приборы, используют в качестве единственного или вторичного уровня защиты, важно гарантировать, что применяемое оборудование позволяет решать поставленные задачи.

В МЭК 61508 [6] установлены методы определения безопасности и SIL для конкретной ситуации. Функции безопасности – действия, необходимые для возврата процесса в безопасное состояние. SIL – мера того, насколько надежной должна быть система или средняя вероятность отказа при запросе.

В МЭК 61508 установлены различные методы определения уровней полноты безопасности. Стандарт не распространяется на системы, которые применяют для защиты от экономических потерь, однако могут быть использованы некоторые из указанных в нем принципов.

В МЭК 61508-1 [6] установлены четыре уровня полноты безопасности. Необходимый для конкретной ситуации уровень зависит от таких параметров, как последствия отказа при запросе и интенсивность запросов, а также от размещения в опасной зоне и наличия возможности предотвратить инцидент.

Для каждого уровня полноты безопасности определены целевые показатели качества, связанные с отказом системы. Эксплуатационные характеристики и схемы системы безопасности обусловлены общей производительностью системы и обычно включают датчик, логический контроллер и управляющее устройство. МЭК 61508 устанавливает требования к аппаратному и программному обеспечению для каждого уровня полноты безопасности. В этом стандарте приведены методы, позволяющие определить, насколько архитектура системы соответствует установленному уровню полноты безопасности.

В МЭК 61508 определено, что достижение установленного уровня полноты безопасности возможно лишь при низких значениях вероятности отказов, вызванных ошибками человека и ухудшением рабочих характеристик оборудования. Стандарт включает требования к каждой стадии создания системы от разработки технических требований к ней до эксплуатации и технического обслуживания, а также к процедурам эксплуатации, технического обслуживания и частоте тестирования системы.

В.16 Оценка воздействия на окружающую среду при авариях

Данный вид анализа представляет собой оценку воздействия на окружающую среду при аварийных сбросах и выбросах, которую обычно начинают с определения возможных сценариев выбросов (утечек), их частоты

и вероятности. Применительно к морским добычным установкам самой опасной является утечка сырой нефти в результате выброса из скважины, технологического оборудования или подводного трубопровода. Сбросы других загрязняющих веществ, таких как дизельное топливо, керосин, гликоли или токсичные химические реагенты, также должны быть рассмотрены, если в технологическом процессе на морской установке применяется их существенное количество.

После определения возможных сценариев загрязнения, которые обычно характеризуют интенсивностью и продолжительностью или величиной выброса, проводят оценку воздействия на окружающую среду. Для установления последствий аварийного загрязнения могут быть использованы подходы разной сложности, описанные ниже.

Анализ воздействий — Детальный подход, основанный на оценке продолжительности и интенсивности выбросов, а также на моделировании дрейфа нефти или химических реагентов. Последствия аварийного выброса определяют, анализируя воздействие на конкретные районы океана, как правило, используя сетку квадрантов 15 × 15 км.

Анализ ущерба — Наиболее детальный подход, оценивающий последствия аварийного загрязнения на основе продолжительности и интенсивности выброса, дрейфа нефти, химических реагентов и их потенциального воздействия на окружающую среду. Последствия обычно определяют по воздействию загрязнения на наиболее уязвимые популяции животных и растений, при этом особое внимание уделяют береговой линии.

Одним из наиболее применяемых параметров, характеризующих степень воздействия аварийного загрязнения на морскую среду, является время ее восстановления до первоначального уровня. Этот параметр может быть использован независимо от выбранного вида анализа, однако только при анализе на основе ущерба время восстановления оценивают количественно. Качественные и косвенные оценки применяют при анализе, основанном на оценке источников и воздействия. Оценка времени восстановления окружающей среды имеет существенную неопределенность, поэтому часто используют диапазоны времени (например, не менее 1 года, от 1 года до 10 лет, более 10 лет и т. д.). В каждом отдельном случае могут быть применены другие способы оценки воздействия на окружающую среду.

Полученные результаты оценки воздействия на окружающую среду вследствие аварии обычно выражают в виде двумерной матрицы, содержащей частоту или вероятность возникновения загрязнения на одной оси и экологические последствия на другой. Такая матрица может быть использована для сопоставления альтернативных вариантов, требований внутренних стандартов компании, национальных нормативных документов и как средство идентификации неприемлемых условий. Чтобы минимизировать воздействие загрязнения при аварии, разрабатывают меры по защите окружающей среды в чрезвычайной ситуации, как установлено в ИСО 15544 [5].

Приложение С
(справочное)

Дополнительная информация для идентификации опасностей и оценки риска на этапах разведки и освоения морских месторождений

Таблицы С.1–С.10 настоящего приложения содержат примеры опасностей и оценки риска для морских установок и технологического оборудования, предназначенного для поисково-разведочных работ и добычи углеводородов на морских месторождениях. Рассмотрены следующие виды деятельности:

- сейсмические и топографические исследования – таблица С.1;
- бурение и заканчивание скважин – таблица С.2;
- разработка месторождения – таблицы С.3–С.7;
- эксплуатация – таблица С.8;
- вывод из эксплуатации и ликвидация – таблица С.9;
- логистика – таблица С.10.

Содержание таблиц иллюстрирует процесс идентификации опасностей и оценки риска для крупных морских установок с обслуживающим персоналом, эксплуатируемых в неблагоприятных условиях окружающей среды. Таблицы должны быть проанализированы для использования только тех этапов, которые применимы к анализируемой деятельности, что позволит упростить процесс идентификации опасностей и оценки риска.

Ответственные за проведение идентификации опасностей и оценки риска должны определяться на основе согласованного решения всех компаний–участников проекта.

Таблица С.1 – Примеры идентификации опасностей и оценки риска при проведении сейсмических и топографических исследований

Деятельность: Сейсмическая разведка и топографическая съемка	**Описание:** Эта деятельность включает все аспекты, относящиеся к сейсмическим, геотехническим и топографическим исследованиям, в том числе процессы планирования, заключения договоров подряда, мобилизации, проведения исследований и обработки данных	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Вопросы, требующие рассмотрения, и необходимая деятельность**	**Комментарии**
Идентификация опасностей	Опасные вещества (материалы) и газы, находящиеся под давлением. Опасности, связанные с морскими операциями, включая работы, выполняемые на палубе и за бортом. Воздействие факторов окружающей среды. Спускоподъемные операции и перемещение объектов. Эксплуатация вертолетов	Опасности, связанные с сейсмическими и топографическими исследованиями, часто возникают при работе с опасными материалами, включая взрывчатые вещества и сжатый воздух, а также при перемещении объектов непосредственно на морской установке и в море. Потеря или повреждение сейсмоприемной косы с разливом керосина является экологической опасностью
Оценка опасностей и риска	Опыт и нормативные требования Анализ безопасности работ (JHA) Проверочные листы и листы данных безопасности Оценка риска для окружающей среды Оценка риска для здоровья (HRA)	Из-за рутинного характера многих задач особое значение должно придаваться оценке безопасности, охраны труда и окружающей среды. Использование проверочных листов обеспечивает полноту рассмотрения возможных опасностей. Анализ JHA полезен для операций, не связанных с повседневной работой и требующих проведения экологической оценки, особенно в экологически уязвимых регионах
Отсеивающие критерии	Требования к классу и эксплуатации Ограничения на сброс Ограничения на выброс химических веществ	Международные правила устанавливают общие требования, в то время как в национальных правилах могут быть приняты другие критерии

Окончание таблицы С.1

Деятельность: Сейсмическая разведка и топографическая съемка	**Описание:** Эта деятельность включает все аспекты, относящиеся к сейсмическим, геотехническим и топографическим исследованиям, в том числе процессы планирования, заключения договоров подряда, мобилизации, проведения исследований и обработки данных	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Вопросы, требующие рассмотрения, и необходимая деятельность**	**Комментарии**
Меры, направленные на снижение риска	Повышение качества операций по перемещению объектов Улучшение процедур, связанных с опасными веществами (материалами) Усиленный контроль за отходами и сбросами Пересмотр графика работ для исключения нанесения ущерба рыболовству Составление графика работ с учетом сезонности сложных погодных условий (например, тропических штормов, циклонов и т. д.)	Процедуры и инструкции, касающиеся повседневных операций, следует пересматривать через установленные интервалы времени для определения возможности их улучшения. Пересмотр графика работ может снизить потенциальный ущерб для молоди рыб или риск, связанный с проведением работ в сложных погодных условиях
Функциональные требования	Условия окружающей среды, ограничивающие проведение работ в море Меры по предотвращению разлива нефти Меры по предотвращению случаев падения человека за борт	Функциональные требования, касающиеся принятых систем безопасности, должны быть установлены на общей основе с учетом специальных критериев, определяемых условиями региона проведения работ (например, Мексиканский залив, север Атлантического океана и т. д.)

Таблица С.2 – Примеры рассмотрения идентификации опасностей и оценки риска при проведении работ по бурению и заканчиванию скважин

Деятельность: Бурение, заканчивание скважин	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством и вводом в эксплуатацию морских скважин, необходимых для освоения нефтяных и газовых месторождений	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Вопросы, требующие рассмотрения, и необходимая деятельность**	**Комментарии**
Идентификация опасностей	Проектирование скважины и управление ею Промывка скважин Морская среда (влияние на установку и воздействие на среду в процессе операций) Программа бурения Опасные вещества (материалы) (химические реагенты, взрывчатые и радиоактивные вещества, токсичные составляющие пластового флюида и т. д.) Испытание скважины Газ мелкого залегания Работы с применением канатной техники и колтюбинг Выброс Состояние/устойчивость морского дна Столкновение с другим судном Авария вертолета	Деятельность по идентификации опасностей должна проводиться оператором проекта и владельцем (подрядчиком) буровой установки в тесном взаимодействии. Опыт проведения подобных операций и знание локальных особенностей эксплуатации скважин в том же географическом регионе должны быть использованы для идентификации опасностей. Особое внимание должно быть уделено идентификации опасностей, обусловленных нестандартными условиями выполнения работ (например, скважина с высоким давлением (температурой), большая глубина в месте проведения работ, экстремальные условия окружающей среды, высокое содержание H2S и т. д.). Дополнительные опасности могут возникнуть при проведении нестандартных операций, таких как бурение с применением вспомогательной платформы или использовании буровых платформ с перемещаемой буровой вышкой

Продолжение таблицы С.2

Деятельность: Бурение, заканчивание скважин	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием поставками, строительством и вводом в эксплуатацию морских скважин, необходимых для освоения нефтяных и газовых месторождений	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Вопросы, требующие рассмотрения, и необходимая деятельность**	**Комментарии**
Оценка опасностей и риска	Метод HAZID для оценки применения правил и требований стандартов для безопасного строительства скважины Использование методов структурированного анализа, таких как HAZOP (при необходимости) Применение методов HRA и JHA для обеспечения эксплуатационной безопасности Оценка экологического риска Оценка профессионального риска для здоровья человека при выполнении стандартных и нестандартных операций	Достоверность методов, используемых для оценки процесса эксплуатации, должна быть проанализирована применительно к конкретным условиям. Анализ HAZOP для бурения и заканчивания скважин позволяет оценить возможные опасности, связанные с нетиповыми задачами, и определить меры по снижению риска. Методы HRA и JHA могут быть полезны для оценки эксплуатационной безопасности и в большинстве случаев позволяют идентифицировать меры по снижению риска. Оценка экологического риска направлена на определение влияния преднамеренных сбросов (буровой шлам, сточные воды и т. д.) и аварийных выбросов. Многие материалы, используемые в процессе эксплуатации скважин, особенно опасны и требуют особого внимания при обработке (хлористо- и фтористоводородные кислоты для интенсификации притока, барий, содержащийся в буровом растворе, цементная пыль, растворы для заканчивания скважин и т. д.)
Отсеивающие критерии	Ограничения на сбросы Конструкция барьеров Требования к классу/ нормативные требования к установке Предельное значение уровня шума Критерии риска организации	Большинство отсеивающих критериев установлены в национальных, международных и корпоративных стандартах компании оператора и владельца (подрядчика) буровой установки. В соответствии с локальными условиями могут быть определены критерии, такие как ограничения на сброс и конструкция барьеров
Меры, направленные на снижение риска	Улучшение программ бурения и крепления скважин Совершенствование бурового и вспомогательного оборудования Использование менее опасных веществ (материалов) Снижение объема одновременно выполняемых работ Применение более качественных систем управления скважиной Улучшение процесса закачивания скважины для снижения риска во время таких операций, как монтаж и демонтаж устьевой елки Повышение квалификации персонала и его подготовка перед выполнением нестандартных или особо опасных операций Разработка плана действий в случае разлива нефти, улучшение систем для его ликвидации Корректировка графика буровых работ для исключения воздействия сложных погодных условий при выполнении особо сложных операций	Идентификация и внедрение мер по снижению риска должны быть предприняты оператором проекта совместно с владельцем (подрядчиком) буровой установки. Изменение плана работ для сокращения числа одновременно выполняемых операций часто является эффективной мерой по снижению риска, не требующей существенных дополнительных затрат

Окончание таблицы С.2

Деятельность: Бурение, заканчивание скважин	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством и вводом в эксплуатацию морских скважин, необходимых для освоения нефтяных и газовых месторождений	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Вопросы, требующие рассмотрения, и необходимая деятельность**	**Комментарии**
Функциональные требования	Требования к рабочим характеристикам основных систем безопасности, таких как противопожарная защита Эксплуатационные характеристики систем управления скважиной, включая штуцеры и систему ее глушения Технические и эксплуатационные ограничения для оборудования при испытании скважины Особые ограничения на сбросы в экологически уязвимых регионах Требования к швартовке и позиционированию, погодные ограничения для отдельных операций Ограничения на одновременно выполняемые операции Меры по предупреждению разлива нефти	Функциональные требования, касающиеся систем контроля за скважиной, особенно важны и должны регулярно анализироваться. Уровни эксплуатационной готовности должны быть обеспечены за счет своевременного ремонта или замены оборудования и систем. Обучение и тренировка персонала являются важным фактором обеспечения его оперативной готовности

Таблица С.3 – Примеры идентификации опасностей и оценки риска на стадиях разработки концепций и технико-экономического обоснования технических решений по освоению месторождений

Деятельность: Разработка месторождения	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством, монтажом и вводом в эксплуатацию морских установок, используемых для освоения нефтяных и газовых месторождений. **Элемент деятельности:** Перспективная оценка и технико-экономическая оценка проекта	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Вопросы, требующие рассмотрения, и необходимая деятельность**	**Комментарии**
Идентификация опасностей	Рассмотрение широкого круга опасностей, возникающих на всех стадиях жизненного цикла Идентификация основных (главных) опасностей, связанных со скважинами, пластовым продуктом, технологическим оборудованием, конструкцией установки, отгрузочным оборудованием, инженерными системами, персоналом, материально-техническим снабжением, условиями окружающей среды и т. д. Идентификация потенциальных опасностей, связанных со строительством и монтажом морской установки, ее последующим выводом из эксплуатации, демонтажом и утилизацией	Особое внимание должно быть уделено опасностям, которые могут возникнуть из-за применения новых или существующих технологий для решения новых задач
Оценка опасностей и риска	Опыт предыдущих или аналогичных проектов Правила и стандарты, включая стандарты организации РНА Оценка экологического риска	На основе идентифицированных опасностей и анализа риска должна быть обеспечена возможность оценки финансовой устойчивости проекта. Могут быть выделены главные опасности и риски (например, присутствие айсбергов, наличие в пластовой продукции токсичных веществ, работа в экологически уязвимых регионах и т. д.) для принятия адекватных решений по управлению риском. Предварительная оценка экологического риска должна основываться на возможных воздействиях при реализации проекта без анализа частоты возникновения опасных событий

Окончание таблицы С.3

Деятельность: Разработка месторождения	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством, монтажом и вводом в эксплуатацию морских установок, используемых для освоения нефтяных и газовых месторождений. **Элемент деятельности:** Перспективная оценка и технико-экономическая оценка проекта	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Вопросы, требующие рассмотрения, и необходимая деятельность**	**Комментарии**
Отсеивающие критерии	Максимальные уровни допустимого риска организации для персонала, окружающей среды и активов Национальные и международные обязательные требования в области безопасности, охраны труда и окружающей среды Специальные региональные ограничения из-за наличия таких факторов, как экологическая уязвимость, сейсмическая активность и др.	На данном этапе круг отсеивающих критериев достаточно обширен
Меры, направленные на снижение риска	Выбор заведомо безопасных вариантов, когда это возможно Необходимость и уровень промысловой подготовки продукции на морской установке Минимизация объема хранения опасных веществ на морской установке Минимизация численности персонала на морской установке без увеличения риска в области безопасности, охраны труда и окружающей среды и влияния на непрерывность производства Рассмотрение поэтапной разработки месторождения или увеличение времени испытания скважин для эффективного выявления рисков Рассмотрение новых технологий, обеспечивающих достижение лучших результатов Рассмотрение возможности уменьшения объема мониторинга и технического обслуживания морских объектов и оценка альтернативных решений технического обслуживания	–
Функциональные требования	Высокий уровень критериев для достижения эксплуатационных характеристик морской установки (например, заданный уровень эксплуатационной готовности, ограничения по давлению и температуре, срок эксплуатации, заданный уровень численности персонала или частоты осмотров установок без его участия, ограничения по условиям окружающей среды, таким как волны, ветер и т. д.) Высокий уровень функциональных требований к системам защиты в области безопасности, охраны труда и окружающей среды (например, максимальная степень защиты персонала во временном убежище)	–

Таблица С.4 – Примеры идентификации опасностей и оценки риска на стадии предварительного проектирования разработки месторождения

Деятельность: Разработка месторождения	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством, монтажом и вводом в эксплуатацию морских установок, используемых для освоения нефтяных и газовых месторождений **Элемент деятельности:** Разработка и оценка концепции освоения месторождения	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
Идентификация опасностей	Детализация опасностей, выявленных на стадии анализа реализуемости проекта Использование проверочных листов и сведений о предыдущих проектах для составления общего реестра опасностей	Необходим итеративный подход к идентификации риска при разработке концепции освоения месторождения
Оценка опасностей и риска	Опыт предыдущих или аналогичных проектов Требования нормативных документов Проверочные листы HAZID PHA FMEA PEM Предварительный EERA QRA Оценка экологического риска Предварительный HAZOP	PHA, основанный на результатах HAZID, позволяет рассмотреть воздействие на безопасность, охрану труда и окружающей среды при разработке компоновки. При идентификации опасностей можно использовать подход, основанный на стадиях жизненного цикла морской установки. При размещении основного оборудования необходимо учитывать результаты PEM (технологических емкостей, компрессоров, воздухозаборников, факельной установки и т. д.). При определении конфигурации системы следует применять анализ видов и последствий отказов. Для идентификации зон с высоким риском и определения необходимых мер по его снижению можно использовать QRA. Для оценки опасностей, возникающих при применении альтернативных принципов эксплуатации используется предварительный HAZOP. Экологические последствия для различных концепций могут быть оценены с помощью определения экологического риска
Отсеивающие критерии	Выбранные технические условия и стандарты Идентификация всех применимых требований и стандартов организации Принятие экологических ограничений и требований Ограничения сбросов и выбросов	Отсеивающие критерии могут быть изменены во время этой стадии при изменении концепции. Для стадии рабочего проектирования применяемые технические условия, требования стандартов и нормативных документов могут являться частью входных данных
Меры, направленные на снижение риска	Снижение объема технологических операций, выполняемых на морской установке Изменение типа и сложности технологического оборудования Выбор концепций на основе ранжирования ряда вариантов с применением понятных и непротиворечивых критериев безопасности Включение в процедуру выбора концепции установленных целей в области безопасности и охраны труда Применение изначально безопасных процессов и наименее опасных веществ (материалов) Компоновка оборудования, размещение путей покидания и эвакуации Организация временного убежища	–

Окончание таблицы С.4

Деятельность: Разработка месторождения	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством, монтажом и вводом в эксплуатацию морских установок, используемых для освоения нефтяных и газовых месторождений **Элемент деятельности:** Разработка и оценка концепции освоения месторождения	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
	Упрощение методов и основных способов эксплуатации Уменьшение запаса опасных веществ (материалов) Снижение численности персонала Уменьшение выбросов и сбросов	
Функциональные требования	Определение функциональных требований нижнего уровня для критических систем и операций Установление критериев, охватывающих параметры оборудования и рабочие режимы Определение стратегий для решения проблем, связанных с возможностью возникновения пожара, взрыва или задымления, разрабатываемых совместно с соответствующими функциональными требованиями Разработка стратегий покидания, эвакуации и спасания с учетом соответствующих функциональных требований	Функциональные требования, внесенные на этой стадии, должны быть при необходимости проверены и обновлены при рабочем проектировании и в процессе эксплуатации

Таблица С.5 – Примеры идентификации опасностей и оценки риска на стадии рабочего проектирования разработки месторождения

Деятельность: Разработка месторождения	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством, монтажом и вводом в эксплуатацию морских установок, используемых для освоения нефтяных и газовых месторождений. **Элемент деятельности:** Рабочее проектирование	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
Идентификация опасностей	Актуализация реестра опасностей, составленного на стадии подготовки концепции разработки Повторная оценка опасностей, связанных с этапами строительства, транспортирования, монтажа и пуско-наладки в соответствии с последними проектными решениями	–
Оценка опасностей и риска	Опыт предыдущих или аналогичных проектов Международные, национальные, корпоративные правила и стандарты Анализ дерева отказов и дерева событий FMEA Анализ HAZOP PEM QRA HRA Анализ экологического риска	Модели дерева отказов и дерева событий могут быть эффективно использованы при рабочем проектировании для контроля работы системы. PEM может быть полезен для оптимизации компоновки оборудования, например размещения датчиков пожарной и газовой сигнализации и путей покидания. Для идентификации опасных ситуаций в процессе нормальной эксплуатации или при возникновении нарушений должен проводиться анализ HAZOP.

Продолжение таблицы С.5

Деятельность: Разработка месторождения	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством, монтажом и вводом в эксплуатацию морских установок, используемых для освоения нефтяных и газовых месторождений. **Элемент деятельности:** Рабочее проектирование	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
		QRA позволяет провести количественную оценку различных вариантов проекта и помочь при идентификации и оптимизации зон с высоким уровнем риска. Могут быть определены его общие уровни для морской установки и частота событий, связанных с ухудшением качества систем безопасности, таких как временное убежище, аварийные выходы и средства эвакуации. Результаты QRA используются для определения частоты выбросов, которая затем может быть применена в процессе оценки экологического риска. Оценка риска в области охраны труда является важным инструментом для принятия мер по защите персонала от воздействия шума, вибрации, опасных химических реагентов, источников ионизирующего излучения и т. д.
Отсеивающие критерии	Анализ отсеивающих критериев, установленных при разработке концепции, и их актуализация при необходимости	Необходимо подтвердить, что требования международных и национальных стандартов, использованных в качестве основы для отсеивающих критериев на стадии разработки концепции, не изменены
Меры, направленные на снижение риска	Оптимизация рабочих характеристик основных систем за счет улучшения планирования и рабочего проекта в целом (например, оптимизация размещения датчиков системы пожарной и газовой сигнализации, сливных отверстий, каплесборников и т. д.) Выполнение требований эргономичности рабочей среды Разработка процедур эксплуатации и технического обслуживания Выявление возможных проблем на этапах строительства, ввода в эксплуатацию или вывода из нее, внедрение мер по снижению риска Принятие процедур, направленных на исключение предшествующих ошибок, и применение полученного опыта Учет эффективных способов эксплуатации в процессе проектирования (включение в проектную группу специалистов по эксплуатации) Поддержка предложений, направленных на повышение безопасности Использование менее опасных материалов, в том числе необходимых для мониторинга и испытаний	Метод QRA может быть использован с учетом имеющегося опыта и экспертных оценок для анализа альтернативных мер, направленных на снижение риска

Окончание таблицы С.5

Деятельность: Разработка месторождения	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством, монтажом и вводом в эксплуатацию морских установок, используемых для освоения нефтяных и газовых месторождений. **Элемент деятельности:** Рабочее проектирование	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
Функциональные требования	Обновление функциональных требований по мере необходимости для достижения допустимого уровня риска Подготовка функциональных требований к отдельным системам и оборудованию для обеспечения материально-технического снабжения, проведения испытаний и проверок Установление окончательных функциональных требований к рабочим процедурам (частота контроля, техническое обслуживание, действия при чрезвычайных ситуациях и т. д.)	Функциональные требования для основных систем должны обновляться по мере получения информации от поставщиков. На данной стадии должны быть рассмотрены вопросы, связанные с мониторингом и верификацией функциональных требований

Таблица С.6 – Примеры идентификации опасностей и оценки риска на этапах поставки оборудования, строительства и монтажа в процессе разработки месторождения

Деятельность: Разработка месторождения	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством, монтажом и вводом в эксплуатацию морских установок, используемых для освоения нефтяных и газовых месторождений. **Элемент деятельности:** Поставка оборудования, строительство и монтаж	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Вопросы, требующие рассмотрения, и необходимая деятельность**	**Комментарии**
Идентификация опасностей	Связанные с транспортированием и хранением опасных веществ (материалов) Обусловленные строительством Связанные с проверками и испытаниями Обусловленные работами по погрузке (разгрузке), морскими перевозками, спускоподъемными операциями и монтажом Связанные с пусконаладочными работами Возникающие в результате высокой численности персонала и наличия большого числа поставщиков и подрядчиков	На данной стадии вовлечено большое число различных подрядчиков. Оператор проекта должен обеспечить идентификацию всех опасностей и определить границы ответственности
Оценка опасностей и риска	Опыт предшествующих и аналогичных работ Правила и стандарты Проверочные листы и паспорта безопасности HAZID и JHA Анализ HAZOP для нестандартных строительных и монтажных операций Оценка риска охраны труда	Поскольку в работе участвует совместно большое число подрядчиков, то для проведения оценок должны быть однозначно определены их ответственность и полномочия. Полную ответственность несет оператор проекта, но в отдельных случаях он может делегировать ее (например, производитель отвечает за работу субподрядчиков). Широко используется система «Допуск к работе», включающая применение проверочных листов и JHA
Отсеивающие критерии	Критерии на основе национальных требований к охране труда на рабочем месте Ограничения по воздействию на персонал опасных веществ (материалов) или токсичных газов Критерии риска, установленные в организации Международные и корпоративные правила проведения морских операций Страховые требования для строительных и морских операций	Отсеивающие критерии для периода эксплуатации редко модифицируют на данной стадии. Однако существует потребность в установке таких критериев для процессов поставки оборудования, строительства, монтажа и пусконаладки. Ответственность за принятие отсеивающих критериев и проведение последующих оценок могут нести различные подрядчики, но оператор проекта должен координировать и анализировать эту деятельность

Окончание таблицы С.6

Деятельность: Разработка месторождения	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством, монтажом и вводом в эксплуатацию морских установок, используемых для освоения нефтяных и газовых месторождений. **Элемент деятельности:** Поставка оборудования, строительство и монтаж	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Вопросы, требующие рассмотрения, и необходимая деятельность**	**Комментарии**
Меры, направленные на снижение риска	Идентификация безопасной последовательности этапов строительства Обеспечение надлежащих условий работы и всех необходимых средств для подъема оборудования, его установки и монтажа Использование крупных узлов, изготовленных на производстве Выполнение большого объема пусконаладочных работ на берегу Планирование графика проведения морских операций в период с низкой вероятностью наступления сложных погодных условий Применение менее опасных веществ (материалов) в процессе строительства	–
Функциональные требования	Критерии приемки для проверок и испытаний Требования к спускоподъемным операциям, перемещению и позиционированию объектов Экологические требования с учетом локальных условий для различных видов строительных работ, таких как сварка, продувка, окраска, изоляция, электротехнические работы и т. д. Требования к перемещению модулей и палуб на строительных верфях и при погрузке на баржи Требования к временным системам на этапе строительства, испытаний и пуско-наладочных работ Ограничения, связанные с пожароопасными работами и работами, выполняемыми одновременно Минимизация объема работ, выполняемых в море, главным образом, связанных с опасными операциями	–

Таблица С.7 – Примеры идентификации опасностей и оценки риска на этапах ввода в эксплуатацию и приемки морской установки в процессе освоения месторождения

Деятельность: Разработка месторождения	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством, монтажом и вводом в эксплуатацию морских установок, используемых для освоения нефтяных и газовых месторождений **Элемент деятельности:** Ввод в эксплуатацию и приемка	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
Идентификация опасностей	Связанные с большой численностью персонала и подрядчиков Обусловленные пусконаладкой оборудования при вводе морской установки в эксплуатацию Появляющиеся при проведении текущих ремонтных работ Возникающие из-за ошибок в документации или ее отсутствия	–

Окончание таблицы С.7

Деятельность: Разработка месторождения	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с планированием, проектированием, поставками, строительством, монтажом и вводом в эксплуатацию морских установок, используемых для освоения нефтяных и газовых месторождений. **Элемент деятельности:** Ввод в эксплуатацию и приемка	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
Оценка опасностей и риска	Опыт предшествующих и аналогичных работ Технические условия, стандарты и процедуры Проверочные листы и паспорта безопасности HAZID и JHA Анализ HAZOP для нестандартных задач при вводе в эксплуатацию HRA	На этой стадии используют систему «Допуск к работе», проверочные листы и методы оценки опасностей, такие как JHA и иногда HAZOP. Особое внимание должно быть уделено вопросам координации и взаимодействия между различными подрядчиками. Необходим анализ распределения информации
Отсеивающие критерии	Обычно отсеивающие критерии соответствуют эксплуатационным Критерии для временных ситуаций (например, аномальные выбросы, кратковременное размещение персонала, сброс на факел, кратковременное превышение предельных значений на сброс химических веществ)	–
Меры, направленные на снижение риска	Выполнение большого объема пусконаладочных работ на берегу Интеграция персонала, выполняющего пусконаладочные работы, в штат оператора месторождения и/или подрядчика Подготовка персонала к работе на оборудовании за счет его привлечения в проект на ранней стадии и обучения (например, использование тренажеров на берегу или обучения работе на аналогичном оборудовании, предоставляемом поставщиком) Использование системы блокировок Обеспечение доступности и качества необходимой документации Разработка графика ввода в эксплуатацию, направленного на снижение риска, за счет уменьшения количества одновременно выполняемых операций	–
Функциональные требования	Критерии для временного оборудования систем безопасности, охраны труда и окружающей среды Действия при чрезвычайных ситуациях Требования к сбросам и выбросам на этапе ввода в эксплуатацию Временные требования к защите окружающей среды Ограничения численности персонала до ввода в эксплуатацию основных систем	–

Таблица С.8 – Примеры идентификации опасностей и оценки риска на стадии эксплуатации

Деятельность: Эксплуатация	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с управлением, эксплуатацией и техническим обслуживанием морских установок, используемых при добыче нефти и газа, включая трубопроводы	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
Идентификация опасностей	Выбросы из скважин и устьевого оборудования Пожары и взрывы, источником которых является технологическое оборудование Отказы инженерных систем Воздействие от падающих предметов Экстремальные природно-климатические условия (волны, течения, ветер, землетрясение) Столкновение с судном или падение вертолета Воздействие близко расположенных объектов (трубопроводы или скважины с подводным расположением устья) Специальные операции (водолазные работы, перемещение тяжелых грузов, строительство) Влияние человеческого фактора, в том числе в процессе одновременно выполняемых работ Вредные условия труда (действие выбросов, опасных химических веществ, источников ионизирующего излучения и т. д.) Экологические опасности (разливы нефти или опасных химических веществ, выбросы токсичных веществ и т. д.)	Опасные ситуации или связанные с ними события на других морских установках в этом регионе, которые могут быть полезны при идентификации опасностей в период эксплуатации. Взаимное влияние различных одновременно выполняемых видов деятельности может явиться источником опасностей, которые ранее не рассматривались как существенные (например, обследование участков, не предполагающих постоянного присутствия персонала, если на соседних участках проводится окраска или наносится защитное покрытие). Необходимо учитывать опасности от близко расположенного оборудования, принадлежащего третьей стороне (например, неэксплуатируемые трубопроводы и райзеры, отгрузочное оборудование или скважины с подводным расположением устья). В период эксплуатации особое внимание следует уделять опасностям, связанным с человеческим фактором, в частности идентификации опасностей, вызванных неправильной эксплуатацией оборудования или ненадлежащим техническим обслуживанием
Оценка опасностей и риска	Компетентность и опыт технического персонала, используемые для непрерывной оценки рисков HSE на стадии эксплуатации Национальные и корпоративные стандарты, основанные на предыдущем опыте эксплуатации оборудования в нормальных условиях Использование в процессе повседневной деятельности проверочных листов, процедур «Допуск к работе» и JHA Анализ HAZOP для оценки нестандартных операций Использование метода QRA при проведении крупных изменений на морской установке совместно с исследованием дерева отказов и дерева событий Проведение повторного анализа экологического риска и риска охраны труда при изменении условий эксплуатации, например, при увеличении объема подтоварной воды, изменении состава обрабатываемых флюидов, численности персонала, применении других химических реагентов, покрытий и т. д.	Повышение компетентности и подготовленности технического персонала являются наиболее важными факторами в период эксплуатации. Для облегчения оценки рабочих ситуаций в будущем необходимо обеспечить сбор, накопление и передачу информации об опасных событиях. Особое внимание должно уделяться организации посменной работы и процессу передачи дежурства, их взаимодействию с рабочими процедурами, такими как «Допуск к работе». Проведение проверок и испытаний часто включает процедуры, которые могут привести к возникновению опасностей в местах, где они обычно отсутствуют (например, источники ионизирующего излучения, опасные химические реагенты, оборудование для испытаний под давлением). Воздействие этих нестандартных ситуаций при нормальном режиме эксплуатации необходимо изучать и учитывать Совокупное воздействие накопленных со временем изменений, включая ухудшение технического состояния оборудования, должно быть оценено для подтверждения соответствия мер безопасности установленным требованиям

Окончание таблицы С.8

Деятельность: Эксплуатация	**Описание:** Эта деятельность включает все задачи, связанные с управлением, эксплуатацией и техническим обслуживанием морских установок, используемых при добыче нефти и газа, включая трубопроводы	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
Отсеивающие критерии	Уровни риска организации для персонала, окружающей среды и активов Обязательные требования безопасности для оборудования Максимально допустимый уровень воздействия на персонал опасностей, связанных с химическими веществами, ионизирующим излучением и физическими процессами Максимально допустимые уровни загрязнения	Многие эксплуатационные отсеивающие критерии определяются требованиями национальных или международных нормативных документов Стандарты организации также являются одним из основных источников отсеивающих критериев
Меры, направленные на снижение риска	Снижение количества опасных веществ за счет изменения технологического процесса Использование химических реагентов, менее опасных для здоровья и окружающей среды Снижение численности персонала Улучшение параметров систем безопасности за счет модификации оборудования или изменения процедур контроля и технического обслуживания Улучшение производственной среды за счет снижения уровня шума и вибрации, обеспечения удобного доступа для выполнения работ в зонах, не предполагающих постоянного присутствия персонала, применение более совершенного оборудования для погрузочно-разгрузочных работ (например, конвейеры, грузовые лифты, дополнительные площадки складирования и т. д.)	Необходимо отдавать предпочтение мерам по устранению или снижению вероятности появления опасного события, например за счет уменьшения количества пожароопасных материалов и источников зажигания. Использование методов заводской сборки может существенно сократить объем пожароопасных работ, выполняемых на морской установке
Функциональные требования	Характеристики систем безопасности, включая системы пожарной и газовой сигнализации, аварийного останова, противопожарной защиты, оповещения, покидания и эвакуации Установление периодичности проведения и состава процедур контроля и технического обслуживания оборудования для обеспечения необходимого уровня надежности и готовности критических систем Ограничения на одновременно выполняемые и опасные работы, такие как измельчение, сварка, снятие внутренних напряжений и т. д. Ограничения на объем хранящихся на морской установке опасных веществ, содержащих и не содержащих углеводороды Ограничение параметров технологического процесса, включая давление, температуру и расход Ограничение численности персонала, в том числе при посещении установок, обычно работающих без него, и числа посещений Действия в чрезвычайных ситуациях, включая время на сбор персонала, мобилизацию пожарных и спасательных команд, спуск спасательной шлюпки, эвакуацию и спасание, скорую медицинскую помощь и мобилизацию средств ликвидации разлива нефти	Функциональные требования должны анализироваться через установленные интервалы времени для подтверждения их исполнения и приемлемости принятых критериев. Должны быть подготовлены процедуры и меры, определяющие действия при возникновении отклонений, порядок регистрации и распространения данных о них и порядок оценки их воздействия Для ограничения возможности возникновения опасных событий вследствие применения несоответствующих запасных частей необходимо обеспечить контроль за наличием и распределением расходных материалов и запасных частей. Следует учитывать, что после реализации всех мер по снижению риска остается ряд опасностей, для реагирования на которые необходимо разрабатывать план действия в чрезвычайных ситуациях и использовать требуемое оборудование

Таблица С.9 – Примеры идентификации опасностей и оценки риска на этапе вывода из эксплуатации и утилизации

Деятельность: Вывод из эксплуатации и утилизация	**Описание:** Эта деятельность включает все операции, необходимые для вывода из эксплуатации, удаления и ликвидации морских установок для добычи нефти и газа и связанных с ними трубопроводов	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
Идентификация опасностей	Обследование оборудования перед выводом из эксплуатации, включая привлечение дистанционно управляемых аппаратов и водолазов Накопление отходов (парафины, твердые отложения, осадок дизельного топлива, вода, содержащая углеводороды, и т. д.) Очистка, резка, подъем и ликвидация оборудования Морские операции Операции по утилизации морских объектов, выполняемые на берегу	При планировании операций по выводу из эксплуатации и ликвидации морской установки должен быть принят подход, аналогичный принятому на этапе разработки месторождения Первоначально необходимо рассмотреть широкий круг факторов и детализировать его после выбора окончательной концепции проведения работ Перечень идентифицированных опасностей должен обновляться по мере получения сведений о техническом состоянии морской установки
Оценка опасностей и риска	Использование методов HAZID для идентификации опасностей и разработки мер по снижению риска Применение проверочных листов и паспорта безопасности для решения типовых задач Проведение анализа HAZOP для оценки главных задач по выводу из эксплуатации и утилизации Предварительный анализ опасностей и анализ опасности выполняемых работ для решения нестандартных задач Оценка риска охраны труда для подтверждения контроля рисков для здоровья персонала Анализ эффективности затрат	Данные методы должны использоваться для оценки рисков в области безопасности и охраны труда персонала, непосредственно принимающего участие в работах по выводу морской установки из эксплуатации, и для оценки рисков для окружающей среды
Отсеивающие критерии	Национальные и международные нормы в области экологии Стандарты организации в области экологии Максимально допустимые уровни воздействия на персонал химических, радиологических и физических опасностей Критерии риска в рамках компании	Вследствие особого характера этой деятельности отсеивающие критерии должны быть адаптированы с учетом общественного мнения и соответствовать требованиям национальных и международных стандартов. В некоторых регионах в процессе формирования отсеивающих критериев может потребоваться проведение общественных слушаний
Меры, направленные на снижение риска	Разработка альтернативных способов вывода из эксплуатации и утилизации (например, удаление крупными или малыми блоками) Достижение компромиссного соотношения между риском для окружающей среды и персонала, участвующего в работах по выводу из эксплуатации и ликвидации морской установки Более тщательное проектирование вследствие отсутствия предыдущего опыта в отдельных регионах Наиболее опасные операции с применением дистанционно управляемых аппаратов	Оценка мер по снижению риска в процессе вывода из эксплуатации и ликвидации морской установки в некоторых географических регионах усложняется из-за влияния экологических аспектов. При использовании анализа эффективности затрат в процессе выбора концепции особое внимание должно быть уделено финансовой оценке экологических и социальных преимуществ принимаемых решений. Необходимо также рассмотреть их влияние на престиж и общественное положение компании оператора

Окончание таблицы С.9

Деятельность: Вывод из эксплуатации и утилизация	**Описание:** Эта деятельность включает все операции, необходимые для вывода из эксплуатации, удаления и ликвидации морских установок для добычи нефти и газа и связанных с ними трубопроводов	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
Функциональные требования	Характеристики систем защиты окружающей среды Требования к системам безопасности в процессе вывода из эксплуатации (например, временные источники энергообеспечения, противопожарная защита, временные системы вентиляции и очистки, временные пути, лестницы и платформы) Определение критериев для морских операций, включая крановые, буксировку, водолазные работы, использование дистанционно управляемых подводных аппаратов, позиционирование и т. д. Применение систем сбора опасных отходов, их безопасного транспортирования и утилизации Использование процедур и методов утилизации и ликвидации на берегу	Функциональные требования должны быть достаточно полными и включать все аспекты, необходимые для успешного выполнения работ по выводу из эксплуатации и утилизации. Особенно важными являются рабочие характеристики временных систем

Таблица С.10 – Примеры идентификации опасностей и оценки риска в процессе логистической деятельности

Деятельность: Логистика	**Описание:** Эта деятельность включает все логистические операции необходимые в процессе проведения поисково-разведочных работ и добычи нефти и газа: перевозку персонала и грузов морским и воздушным транспортом, транспортирование добываемой продукции с помощью танкеров и барж, морские вспомогательные работы (водолазные работы, буксировка, заводка якорей, эксплуатация судов аварийно-спасательной службы и т. д.) вместе с необходимой береговой поддержкой, в том числе хранение, отгрузку и утилизацию материалов	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
Идентификация опасностей	Транспортирование персонала и оборудования на вертолетах и судах Морские операции применительно к баржам, танкерам, судам материально-технического снабжения и вспомогательным, судам обеспечения водолазных работ, плавучим гостиницам и т. д. Хранение, транспортирование и передача материалов, включая опасные вещества, такие как источники радиоактивного излучения, химические реагенты, взрывчатые вещества и т. д. Сложные или экстремальные природно-климатические условия Утилизация токсичных и опасных отходов Опасности для здоровья персонала, связанные с хранением, транспортированием и перегрузкой продуктов и питьевой воды	Необходимо тесное сотрудничество между оператором проекта и подрядчиками, обеспечивающими логистическую деятельность, для идентификации всех опасностей и принятие необходимых мер по снижению риска. В этой задаче оператор проекта должен взять на себя инициативу по наблюдению и координации различных оценок. Границы ответственности должны быть точно определены и зарегистрированы для гарантии того, что все оценки будут учтены
Оценка опасностей и риска	Наличие предыдущего опыта и соответствие нормативным требованиям Разработка проверочных листов и паспортов безопасности для идентификации опасностей и процедур обработки Анализ HAZOP для оценки нестандартных ситуаций в процессе эксплуатации	Большое значение имеют оценки, основанные на проверке соответствия требованиям нормативных документов или принятой практике

Продолжение таблицы С.10

Деятельность: Логистика	**Описание:** Эта деятельность включает все логистические операции необходимые в процессе проведения поисково-разведочных работ и добычи нефти и газа: перевозку персонала и грузов морским и воздушным транспортом, транспортирование добываемой продукции с помощью танкеров и барж, морские вспомогательные работы (водолазные работы, буксировка, заводка якорей, эксплуатация судов аварийно-спасательной службы и т. д.) вместе с необходимой береговой поддержкой, в том числе хранение, отгрузку и утилизацию материалов	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
	Анализ экологического риска для оценки частоты и последствий аварийных и постоянных сбросов Оценка риска для здоровья, связанного с обработкой, хранением при транспортировании и перегрузкой опасных веществ (материалов)	Многие стандартные логистические действия, включая морские операции, осуществляются в соответствии с установленными процедурами и инструкциями компании, которые должны проверяться на соответствие через установленные периоды времени Методы структурированного анализа типа HAZOP часто используют для идентификации опасностей и разработки мер по снижению риска, связанных с нестандартными водолазными работами
Отсеивающие критерии	Критерии риска в рамках компании Национальные и международные правила в области морских операций Национальные и международные правила в области морского и воздушного транспорта, персонала и опасных веществ (материалов) Стандарты компании в области логистических операций Требования национальных стандартов к качеству поставляемых жидкостей, таких как питьевая вода, авиационное и дизельное топливо и т. д.	Многие логистические операции, такие как транспортирование пассажиров или фрахтовка, должны соответствовать требованиям международных стандартов
Меры, направленные на снижение риска	Уменьшение численности персонала морской установки для сокращения количества рейсов вертолетов и пассажиров Совершенствование условий работы с опасными веществами (материалами) Проведение частых тренировок для повышения эффективности логистической деятельности в чрезвычайных ситуациях Изменение правил проведения морских операций для уменьшения числа возможных опасностей (например, обозначения маршрутов подхода и отвода судов от морской установки) Установление более строгих требований к контролю над одновременно проводимыми логистическими операциями, которые могут стать причиной возникновения опасного события, например водолазные работы, проводимые одновременно с важными работами на морской установке	При рассмотрении мер по уменьшению риска логистических операций важно провести оценку всех взаимосвязанных вопросов для нахождения компромиссных решений (например, можно снизить число посещения установок, работающих без обслуживающего персонала, за счет использования резервуаров большего объема для дизельного топлива, метанола, гликоля и т. д.) Сокращение риска за счет уменьшения количества рейсов вертолетов вызывает необходимость иметь на платформе больший объем запасов, что создает повышенный риск загрязнения окружающей среды или повреждения оборудования

Окончание таблицы С.10

Деятельность: Логистика	**Описание:** Эта деятельность включает все логистические операции необходимые в процессе проведения поисково-разведочных работ и добычи нефти и газа: перевозку персонала и грузов морским и воздушным транспортом, транспортирование добываемой продукции с помощью танкеров и барж, морские вспомогательные работы (водолазные работы, буксировка, заводка якорей, эксплуатация судов аварийно-спасательной службы и т. д.) вместе с необходимой береговой поддержкой, в том числе хранение, отгрузку и утилизацию материалов	
Этапы идентификации опасностей и оценки риска	**Примеры рассматриваемых аспектов и предпринимаемых действий**	**Комментарии**
Функциональные требования	Эксплуатационные характеристики критических систем безопасности на вспомогательных судах, например полностью закрытая спасательная шлюпка, суда обеспечения водолазных работ, системы аварийного отсоединения, пожарной сигнализации, противопожарные системы в зонах складирования и хранения и т. д. Эксплуатационные характеристики аварийных средств, таких как дежурное спасательное судно, готовность вертолетов, береговых аварийных команд и технических средств для поиска и спасания Эксплуатационные характеристики систем транспортирования и удаления опасных отходов Внедрение стандартов, устанавливающих требования к компетентности и обучению персонала, участвующего в логистической деятельности (например, ответственные за обеспечение посадки вертолета, крановщики и пассажиры вертолетов)	В процессе разработки функциональных требований для логистических операций должны быть получены критерии их оценки, а эти требования – проверяться через установленные интервалы времени

Приложение D
(справочное)

Перечень опасностей

В таблицах D.1 и D.2 приведен перечень опасностей, их источников и потенциальных воздействий, который может быть использован для их идентификации и оценки. Перед применением таблиц рекомендуется определить полноту перечня и его соответствие текущей задаче. В таблице D.1 опасности сгруппированы следующим образом:

01 Углеводороды
02 Очищенные углеводороды
03 Другие горючие материалы
04 Взрывчатые вещества
05 Опасности, связанные с давлением
06 Опасности, связанные с разностью высот
07 Объекты, работающие под нагрузкой
08 Опасности, связанные с движущимися объектами
09 Экологические опасности
10 Горячие поверхности
11 Горячие жидкости
12 Холодные поверхности
13 Холодные жидкости
14 Открытое пламя
15 Электричество
16 Электромагнитное излучение
17 Ионизирующее излучение – открытые источники
18 Ионизирующее излучение – закрытые источники
19 Вещества, вызывающие удушье
20 Токсичный газ
21 Токсичные жидкости
22 Токсичные твердые вещества
23 Коррозионно-активные вещества
24 Биологические опасности
25 Эргономические опасности
26 Психологические опасности
27 Опасности, связанные с противоправными действиями третьих лиц
28 Использование естественных ресурсов
29 Медицинские противопоказания
30 Шум
31 Блокирование

Отнесение опасности к одной из групп, приведенных в таблицах D.1 и D.2, показывает, что данная категория в наибольшей степени отражает ее характер, однако при решении конкретной задачи другие категории также могут оказаться важными. Кроме того, включение одной категории опасности не исключает возможности включения другой (например, для углеводородного газа в качестве главной опасности указана пожароопасность; в этом случае распространение разрушений вследствие эскалации опасности рассматривается в качестве наиболее важного критерия).

Таблица D.1 – Перечень опасностей и потенциальных воздействий

Технологические опасности	Опасности для здоровья персонала	Экологические опасности
F – Огнеопасность MH – Главная опасность Se – Угрозы безопасности WP – Производственная опасность	B – Биологический фактор C – Химический фактор E – Эргономический фактор P – Физический фактор LS – Фактор образа жизни Psy – Психологический фактор M – Медицинский фактор	D – Опасности сброса R – Использование природных ресурсов Pr – Присутствие

Номер опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
01	**Углеводороды**				
01.01	Нефть под давлением	MH	C	D	Выкидная линия, трубопроводы, резервуары и трубная обвязка под давлением
01.02	Углеводороды в пласте	MH	–	D	Нефтяные скважины, особенно во время бурения и капитального ремонта
01.03	ГСН (например, пропан)	MH	C	D	Сепарационное оборудование, резервуары хранения
01.04	СПГ	MH	C	D	Криогенные установки, танкеры
01.05	Конденсат, ГСН	MH	C	D	Газовые скважины, газопроводы, газовые сепараторы

Продолжение таблицы D.1

Номер опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
01.06	Природный газ	MH	C	D	Нефтяные/газовые сепараторы, установки подготовки газа, компрессоры, газопроводы
01.07	Нефть при низком давлении	MH	C	D	Нефтехранилища
01.08	Парафины	F	C	D	Фильтр–сепараторы, скважинные трубопроводы, трубопроводы
01.09	Уголь	F	P	R	Топливо, работы по добыче
02	**Очищенные углеводороды**				
02.01	Машинное масло и масло в уплотнениях	–	C	D	Двигатели и вращающиеся элементы оборудования
02.02	Масло в гидравлических системах	–	C	D	Плунжер, резервуары и насосы гидравлических систем
02.03	Дизельное топливо	F	C	D	Двигатели, хранилище
02.04	Нефтяной дистиллят/бензин	F	C	D	Хранилище
03	**Другие огнеопасные материалы**				
03.01	Целлюлозосодержащие	F	–	–	Упаковочные материалы, доски, бумажный мусор
03.02	Пирофорные	F	C	D	Металлический твердый осадок на стенках резервуаров и фильтров, контактирующих с кислой средой, фильтры для очистки флюида, содержащего сероводород
04	**Взрывчатые вещества**				
04.01	Детонаторы	WP	C	–	Сейсморазведка, строительство трубопровода
04.02	Взрывчатые вещества	MH	C	Pr	Сейсморазведка, строительство трубопровода, вывод из эксплуатации морской установки
04.03	Заряды пулевого перфоратора	MH	–	–	Операции по заканчиванию и капитальному ремонту скважин
05	**Опасности, связанные с высоким давлением**				
05.01	Газ в баллонах под давлением	WP	–	–	Сварка и резка металла, газ для лабораторных исследований
05.02	Вода в трубопроводе под давлением	WP	–	–	Отведение сточных вод, заводнение, закачивание в пласт, гидроразрыв, испытание трубопровода
05.03	Газ под давлением, не содержащий углеводородов	MH	–	–	Продувка и испытание оборудования
05.04	Воздух под высоким давлением	WP	–	–	Пневматический источник сейсмических сигналов и подводящий трубопровод
05.05	Гипербарические операции (водолазные работы)	WP	P	–	Подводные операции
05.06	Декомпрессия (водолазные работы)	WP	P	–	То же
05.07	Нефтяной и углеводородный газ под давлением	WP	–	D	Выкидные линии, трубопроводы, резервуары под давлением, трубная обвязка
06	**Опасности, связанные с разностью высот**				
06.01	Работа персонала на высоте более 2 м	MH	–	–	Использование строительных лесов и подъемников, лестниц, платформ, опор башенного типа, штабелей, кровельные работы, выемка грунта, работы за бортом, на буровой вышке
06.02	Работа персонала на высоте менее 2 м	WP	–	–	Скользкие/неровные поверхности, лестницы, ограждения, неприкрепленный настил

Продолжение таблицы D.1

Номер опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
06.03	Подвесное оборудование	MH	–	–	Объекты при подъеме или обработке, работы на высоте над людьми, оборудование или технологические системы, операции на поднятых рабочих площадках, нагрузки при подвешивании
06.04	Работа персонала под водой	WP	–	–	Объекты, падающие на водолазов в процессе работы
07	**Объекты, работающие под нагрузкой**				
07.01	На растяжение	WP	–	–	Растяжки и кабели, якорные цепи, канаты буксиров и барж, стропы
07.02	На сжатие	WP	–	–	Устройства с пружинами (предохранительные клапаны, приводы, механизмы с гидравлическим управлением)
08	**Опасности, связанные с движущимися объектами**				
08.01	Водный транспорт	WP	–	–	Водный транспорт для доставки персонала, транспортирование оборудования и материалов, морские сейсморазведочные работы, баржи, передвижные буровые и ремонтные установки
08.02	Воздушный транспорт	MH	–	–	Вертолеты или другие воздушные средства, используемые для доставки персонала, транспортирование оборудования, материалов и продукции
08.03	Столкновения с другими судами и морскими установками	WP	–	–	Проводка судов, суда, транспортирующие продукцию, транспортные и обслуживающие баржи и суда, дрейфующие суда
08.04	Движущиеся и вращающиеся части оборудования	WP	–	–	Двигатели, моторы, компрессоры, бурильная колонна, движители судов с динамическим позиционированием
08.05	Использование опасного ручного инструмента (шлифовального, режущего)	WP	–	–	Производственные участки, строительные площадки, участки технического обслуживания, оборудование с вращающимися элементами
08.06	Применение ножей, резаков и других режущих инструментов и приспособлений	WP	–	–	Работы на камбузе, очистка сейсмической косы, операции, связанные с выемкой грунта (породы)
08.07	Перемещение объектов с судна на морскую установку	WP	–	–	Люльки для перемещения, канатный шлеппер
09	**Экологические опасности**				
09.01	Погода	WP	–	–	Ветер, температура, дождь и т.д.
09.02	Состояние моря	MH	–	–	Волны, приливы и другие ситуации на море
09.03	Тектонические	MH	–	–	Землетрясение или другая активность земной коры
10	**Горячие поверхности**				
10.01	Оборудование и трубная обвязка, работающие в диапазоне температур от 60 до 150 °С	WP	P	–	Внутрипромысловый нефтепровод, трубная обвязка сепараторов, регенерация гликоля
10.02	Оборудование и трубная обвязка, работающие при температуре более 150 °С	MH	P	–	Трубная обвязка систем подогрева нефти, ректификации и ребойлеров
10.03	Выхлопная система турбин и двигателей	WP	P	–	Генерация энергии, газоперекачивающие агрегаты, компрессор системы охлаждения, оборудование с двигателем внутреннего сгорания (автопогрузчик)

Продолжение таблицы D.1

Номер опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
10.04	Трубопровод для подачи пара	WP	P	–	Установка для удаления серы, электрический бойлер, системы утилизации отводимого тепла, теплоспутники и кожухи
11	**Горячие жидкости**				
11.01	Диапазон температур от 100 до 150 °С	WP	P	–	Регенерация гликоля, паровые системы, масляные системы охлаждения, камбуз
11.02	Температуры более 150 °С	MH	P	–	Энергетический (паровой) котел, парогенераторы, установка для удаления серы, системы утилизации отводимого тепла, с масляным теплоносителем, регенерации газа, использующие катализаторы и осушающие реагенты
12	**Холодные поверхности**				
12.01	Технологическая трубная обвязка с диапазоном температур от минус 25 °С до минус 80 °С	MH	P	–	Холодные климатические условия, охлаждение газа вследствие эффекта Джоуля-Томпсона в технологических линиях и при образовании утечек, пропановые холодильные установки, системы сжижения нефтяного газа
12.02	Технологическая трубная обвязка с температурой ниже минус 80 °С	MH	P	–	Криогенные установки, установки сжижения природного газа, резервуары хранилища СПГ, включая танкеры, трубопровод отвода паров из хранилища жидкого азота
13	**Холодные жидкости**				
13.01	Океаны, моря и озера с температурой воды менее 10 °С	–	P	–	Приполярные океаны, моря, озера
14	**Открытое пламя**				
14.01	Нагревательные установки с жаровой (огневой) трубой	F	P	D	Ребойлеры гликоля и амина, нагревательная установка для солевой ванны, нагреватели водяной ванны (трубопроводов)
14.02	Пламенная печь прямого нагрева	F	P	D	Камера нагрева масла, реакционная печь Клауса, нагреватели газа установок регенерации катализаторов и осушающих реагентов, установки для сжигания отходов, энергетический котел
14.03	Факельная установка	–	P	D	Системы сброса давления и продувки оборудования
15	**Электрический ток**				
15.01	Кабели под напряжением от 50 до 440 В	MH	–	–	Силовые кабели, временные электрические сети на строительных площадках
15.02	Оборудование под напряжением от 50 до 440 В	WP	–	–	Электромоторы, электрические переключатели, электрогенераторы, сварочные аппараты, вторичные трансформаторы
15.03	Напряжение более 440 В	MH	–	–	Линии энергоснабжения, электрогенераторы, первичный трансформатор, электромоторы большой мощности
15.04	Грозовой разряд	WP	–	–	Зоны, наиболее подверженные воздействию молнии
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
16	**Электромагнитное излучение**				
16.01	Ультрафиолетовое	–	P	–	Дуговая сварка, солнечная радиация
16.02	Инфракрасное	–	P	–	Факельная установка
16.03	Сверхвысокочастотное	–	P	–	Камбуз
16.04	Лазеры	–	P	–	Контрольно-измерительная аппаратура, проведение изысканий

Продолжение таблицы D.1

Номер опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
16.05	Электромагнитное поле: кабели высокого напряжения переменного тока	–	P	–	Трансформаторы, силовые кабели
17	**Ионизирующее излучение – открытые источники**				
17.01	Альфа-, бета-излучение	–	P	D	Скважинный каротаж, рентгенография, измерители плотности, аппаратура сопряжения
17.02	Гамма-лучи	–	P	D	Скважинный каротаж, рентгенография
17.03	Нейтронное излучение	–	P	D	Скважинный каротаж
17.04	Излучение естественного происхождения	–	P	D	Твердый осадок на стенках трубопровода, жидкости в технологических линиях и сосудах (особенно в обратном потоке пропана установок сжижения газа)
18	**Радиация – закрытые источники**				
18.01	Альфа-, бета-излучение	–	P	–	Скважинный каротаж, рентгенография, измерители плотности, аппаратура сопряжения
18.02	Гамма-лучи	–	P	–	Скважинный каротаж, рентгенография
18.03	Нейтронное излучение	–	P	–	Скважинный каротаж
19	**Вещества, вызывающие удушье**				
19.01	Атмосфера, содержащая недостаточно O_2	–	C	–	Ограниченные пространства, резервуары
19.02	Чрезмерное содержание CO_2	–	C	D	Области с использующими CO_2 противопожарными системами (помещения для турбин)
19.03	Погружение под воду	–	C	–	Работа за бортом, морские сейсмические работы, водный транспорт
19.04	Чрезмерное содержание N_2	–	C	–	Резервуары, продуваемые азотом
19.05	Галоны (хладоны)	–	C	D	Зоны с противопожарными системами, использующими галоны. Помещения, где размещены турбины, коммутационная или распределительная аппаратура и аккумуляторный склад
19.06	Дым		C	D	Сварка, сжигание, пожар
20	**Токсичный газ**				
20.01	H_2S (сероводород, высокосернистый газ)	MH	C	D	Добываемый высокосернистый газ, результат жизнедеятельности бактерий в воде, закрытые пространства, где проводятся операции с веществами, содержащими серу
20.02	Выхлопные газы	–	C	D	Закрытые пространства
20.03	SO_2	–	C	D	Выбросы факельной системы сжигания газа, содержащего H_2S, топочный газ установки для сжигания отходов
20.04	Бензол	–	C	D	Компоненты сырой нефти, сконцентрированные в системе вентиляции гликоля и аппаратах «Вемко»
20.05	Хлор	MH	C	D	Оборудование для подготовки воды
20.06	Испарения в процессе сварки	–	C	–	Изготовление и ремонт металлических конструкций, сварка токсичных металлов (оцинкованная и покрытая кадмием сталь), обработка металла резанием, шлифование
20.07	Табачный дым	–	LS	–	Жилой модуль, офисные здания, самолеты, суда
20.08	Фреон	–	–	D	Системы кондиционирования воздуха, холодильники, аэрозоли
21	**Токсичные жидкости**				
21.01	Ртуть	–	C	D	Электрические коммутаторы, газовые фильтры
21.02	Полихлорированные дифенилы	–	C	D	Масло в системе охлаждения трансформатора

Продолжение таблицы D.1

Номер опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
21.03	Биоцид (глютеральдегид)	–	C	D	Системы очистки воды
21.04	Метанол	–	C	D	Осушка природного газа, контроль образования гидратов
21.05	Рассол	–	C	D	Добыча углеводородов, раствор для глушения скважин, пакерные жидкости
21.06	Гликоли	–	C	D	Осушка природного газа, контроль образования гидратов
21.07	Обезжиривающие вещества (терпены)	–	C	D	Центры ремонта и технического обслуживания
21.08	Изоцианаты	–	C	D	Двухкомпонентные системы окраски
21.09	Сульфанол	–	C	D	Очистка газа (от кислых газов или соединений серы)
21.10	Амины	–	C	D	То же
21.11	Ингибиторы коррозии	–	C	D	Подача в трубопроводы и скважины, грунтовка металлических поверхностей, фосфатное покрытие
21.12	Ингибиторы образования отложений	–	C	D	Добавки в воду систем охлаждения и нагнетания
21.13	Жидкие добавки в буровой раствор	–	C	D	Добавки в буровой раствор
21.14	Добавки одорантов (меркаптаны)	–	C	D	Средства и оборудование для транспортирования природного газа, сжиженного нефтяного и природного газа
21.15	Напитки, содержащие алкоголь	WP	LS	–	–
21.16	Лекарственные средства, не назначенные врачом	WP	LS	–	–
21.17	Отработанные машинные масла (полициклические ароматические углеводороды)	–	LS	D	Отработанные машинные масла
21.18	Четыреххлористый углерод	–	C	D	Химическая лаборатория
21.19	Сточные воды	–	C	D	Установка обработки сточных вод, жилой модуль, моющие средства
22	**Токсичные твердые тела**				
22.01	Асбест	–	C	D	Теплоизоляция и строительные материалы, старая кровля (воздействие во время замены)
22.02	Искусственное минеральное стекловолокно	–	C	D	Теплоизоляция и строительный материал
22.03	Цементная пыль	–	C	D	Цементирование нефтяных и газовых скважин, строительство бытовых сооружений
22.04	Натрий гидрохлорид	–	C	D	Добавка в буровые растворы
22.05	Порошкообразные добавки	–	C	D	Добавки в буровые растворы
22.06	Пыль серы	–	C	D	Оборудование для восстановления серы
22.07	Скребок для очистки труб	–	C	D	Операции по очистке трубопровода
22.08	Буровой раствор на нефтяной основе	–	C	D	Бурение нефтяных и газовых скважин
22.09	Буровой раствор на псевдонефтяной основе	–	C	D	То же

Продолжение таблицы D.1

Номер опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
22.10	Буровой раствор на водной основе	–	C	D	То же
22.11	Цементный раствор	–	C	D	Бурение нефтяных и газовых скважин, строительная площадка
22.12	Пыль	–	C	D	Дробеструйная и пескоструйная обработка, операции с катализатором (разгрузка, просеивание, удаление, грохочение)
22.13	Кадмиевые смеси и другие тяжелые металлы	–	C	D	Сварка, использование крепежа с покрытием
22.14	Нефтесодержащий осадок	–	C	D	Очистка емкостей для хранения нефти
23	**Коррозионно-активные вещества**				
23.01	Фтористоводородная кислота	WP	C	D	Интенсификация притока в скважинах
23.02	Соляная кислота	WP	C	D	То же
23.03	Серная кислота	WP	C	D	Аккумуляторные батареи, регенерационный раствор установки очистки воды с использованием обратного осмоса
23.04	Каустическая сода (гидроксид натрия)	–	C	D	Добавка в буровой раствор
24	**Биологические опасности**				
24.01	Бактерии, размножающиеся в еде (например, кишечная палочка)	–	в	–	Загрязненная пища
24.02	Бактерии, размножающиеся в воде (например, легионеллы)	–	в	–	Системы охлаждения и водоснабжения
24.03	Насекомые - паразиты (гельминты, клопы постельные, вши, блохи)	–	в	–	Недостаточно тщательно обработанные продукты, руки, одежда, жилые помещения
24.04	Респираторные заболевания и вирус гриппа	–	в	–	Другие люди
24.05	Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ)	–	в	–	Зараженная кровь, ее продукты и другие жидкости организма человека
24.06	Другие инфекци-онные заболевания	–	в	–	Другие люди
25	**Эргономические опасности**				
25.01	Ручная обработка материалов	–	E	–	Обработка труб на буровой площадке, работа с мешками на складах, управление оборудованием в неудобных местах расположения
25.02	Причиняющий ущерб здоровью шум	WP	P	Pr	Срабатывание предохранительных клапанов и клапанов контроля давления
25.03	Громкий устойчивый шум более 80 дБА	–	P	Pr	Машинные отделения, компрессорный зал, буровой ротор, пневматические инструменты
25.04	Тепловая нагрузка (высокая температура окружающей среды)	–	P	–	Работа около факела, на площадке верхового рабочего, на открытых площадках при определенных условиях в летний период
25.05	Нагрузка от холода (низкая температура окружающей среды)	–	P	–	Работа на открытых площадках зимой в условиях холодного климата и на холодильных складах

Продолжение таблицы D.1

Номер опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
25.06	Высокая влажность	–	P	–	Климатические условия, в которых скорость испарения пота недостаточна для охлаждения тела человека, защитная одежда
25.07	Вибрация	–	P	Pr	Вибрация, создаваемая ручным инструментом, строители и ремонтные рабочие, работа на плавучих средствах
25.08	Автоматизированные рабочие места	–	E	–	Плохая конструкция офисной мебели и неудобная организация рабочих мест
25.09	Освещение	–	P	Pr	Рабочие участки, требующие интенсивного освещения, наличие бликов, недостаточная контрастность и освещенность
25.10	Неудобные средства ручного управления	–	E	–	Средства управления на рабочем месте, требующие приложения чрезмерного физического усилия, отсутствие необходимой маркировки, регулирующая арматура с ручным управлением, например на пульте бурового мастера, оборудование в аппаратных и машинных залах
25.11	Неудобное местоположение рабочих мест и оборудования	–	E	–	Механизмы и оборудование, трудно обслуживаемые из-за их неудобного местоположения, например клапаны с крайне высоким или низким расположением
25.12	Несоответствие работы физическим возможностям персонала	–	E	–	Высокий уровень физической нагрузки в течение 8/12 часов в день для возрастных рабочих, тяжелые строительные работы, выполняемые физически слабым персоналом
25.13	Несоответствие работы квалификации персонала	–	E	–	Требования к осуществлению контроля однообразного процесса без принятия мер, направленных на предотвращение потери внимания, и деятельности, в которой работник обладает недостаточной квалификацией
25.14	Продолжительные и нерегулярные рабочие смены	–	E	–	Длительные вахты на морских установках, сверхурочные работы, ночные смены, скользящий график
25.15	Недостаточная организация рабочего процесса	–	E	–	Неопределенность требований к выполняемой работе и оформлению отчетности, избыточный или недостаточный контроль, неправильно организованное взаимодействие оператора и подрядчиков
25.16	Недостатки при планировании работ	–	E	–	Чрезмерная загруженность, нереалистичные цели, отсутствие ясного и точного планирования, недостаточный обмен информацией
25.17	Климат в рабочих помещениях (слишком жарко, холодно, сухо, влажно, наличие сквозняков)	–	E	–	Некомфортная атмосфера в помещениях с постоянным пребыванием персонала
26	**Психологические опасности**				
26.01	Проживание на месте выполнения работ, в отрыве от дома и семьи	–	Psy	–	Тоска по дому, недостаток семейного и неформального общения, невозможность участия в общественной жизни, чувство изоляции и недостаток личной жизни. Разлука с семьей, угроза ее сохранению, необходимость адаптации при перерывах в работе. Отсутствие поддержки супруга, появление других интересов и друзей. Неспособность отвлечься от мыслей о работе в свободное время

Окончание таблицы D.1

Номер опасности	Описание опасности	Безопасность	Здоровье	Экология	Источники
26.02	Работа и проживание на действующем производстве	–	Psy	–	Понимание того, что ошибки могут носить катастрофический характер, чувство страха за ошибки и ответственность за безопасность других людей. Беспокойство по поводу эвакуации в чрезвычайной ситуации и риска полетов на вертолете при неблагоприятной погоде
26.03	Посттравматический стресс	–	Psy	–	Несчастные случаи, нанесение травм себе и другим людям
26.04	Усталость	–	Psy	–	Напряженная или физически трудная работа, продолжительные рабочие смены
26.05	Сменная работа	–	Psy	–	Строительство, бурение и другие виды непрерывной (круглосуточной) деятельности, продолжительные водолазные работы, изменение ритма отдыха и сна, связанное с выполнением работы
26.06	Давление со стороны членов коллектива	–	Psy	–	Давление со стороны окружающих на рабочем месте, оказывающее влияние на психологическое и физическое состояние работника
27	**Опасности, связанные с противоправными действиями третьих лиц**				
27.01	Пиратство	Se	–	–	–
27.02	Вооруженное нападение	Se	–	–	–
27.03	Диверсия	Se	–	–	–
27.04	Кризисные ситуации (военные действия, выступления гражданского населения, терроризм)	Se	–	–	–
27.05	Хищение	Se	–	–	–
28	**Использование естественных ресурсов**				
28.01	Вода	–	–	R	Системы охлаждения
28.02	Воздух	–	–	R	Турбины, двигатели внутреннего сгорания (приводы насосов и компрессоров)
29	**Медицинские противопоказания**				
29.01	Непригодность по медицинским показаниям	–	M	–	Невозможность выполнения персоналом работы вследствие медицинских противопоказаний
29.02	Морская болезнь	–	M	–	Смена бригады в процессе выполнения работ на воде, морские операции
30	**Шум**				
30.01	Высокий уровень шума	–	M	–	Технологическая зона, например работа турбин, компрессоров, насосов и т. д.
30.02	Постоянно присутствующий шум	–	Psy	–	Шум в спальных помещениях, офисах и зонах отдыха
31	**Блокирование**				
31.01	Пожар/взрыв	MH	–	–	Блокирование эвакуационных путей или систем связи
31.02	Механические повреждения	WP	–	–	Объекты, блокирующие доступ или пути покидания
31.03	Водолазные работы	WP	–	–	Зацепление тросов и кабелей

Таблица D.2 – Контрольная таблица источников - Опасности – Воздействия

Источник*	Обычные опасности	Потенциальное воздействие
Факел	CH_4	Глобальное потепление/изменение климата/увеличение содержания озона в атмосфере
	SO_x	Кислотные отложения, образование водных растворов кислоты
	NO_x	Увеличение содержания озона в атмосфере/кислотные отложения
	N_2O	Глобальное потепление/уменьшение озонового слоя стратосферы/ изменение климата
	CO_2	Глобальное потепление/изменение климата
	CO	Ущерб здоровью
	Шум	Неблагоприятное воздействие/ущерб здоровью
	Свет	Неблагоприятное воздействие/влияние на здоровье
	H_2S	Ущерб здоровью/неприятный запах
	Одоранты	Неблагоприятное воздействие/запахи
	Твердые частицы	Ущерб здоровью/экологический ущерб/отложение сажи
	Излучение	Ущерб здоровью/экологическая опасность
	Тепло	Неблагоприятное воздействие/экологический ущерб
	Токсичный след – металлы полициклические и ароматические углеводороды	Экологический ущерб/ущерб здоровью
Энергогенерирующее оборудование: - турбины - котлы/нагреватели - печи - транспорт (дизельные и бензиновые двигатели) - буровая установка и т. д.	CH_4	Глобальное потепление/изменение климата/увеличение содержания озона в атмосфере
	SO_x	Кислотные отложения, образование водных растворов кислоты, глобальное похолодание
	NO_x	Увеличение содержания озона в атмосфере/кислотные отложения/удобрение почвы
	N_2O	Глобальное потепление/уменьшение озонового слоя стратосферы/изменение климата
	CO_2	Глобальное потепление/изменение климата
	CO	Ущерб здоровью
	Шум	Неблагоприятное воздействие/ущерб здоровью/ущерб дикой природе
	Свет	То же
	Одоранты	Неблагоприятное воздействие/запахи
	Твердые частицы/пыль	Ущерб здоровью/экологический ущерб/отложение сажи
	Излучение	Ущерб здоровью/экологическая опасность
	Полициклические ароматические углеводороды	Экологический ущерб/ущерб здоровью
	H_2S	Неблагоприятное воздействие/экологический ущерб/ущерб здоровью
	Тепло	Ущерб здоровью/экологический ущерб
	Полихлорированные бифенилы	То же
	Токсичный след (например, катализаторы, тяжелые металлы, химические реагенты)	То же
Система вентиляции: - загрузка танкера - производство - сброс давления - удаление гликоля	CH_4	Глобальное потепление/изменение климата/увеличение содержания озона в атмосфере
	VOC/C_xH_x	Увеличение содержания озона в атмосфере/ущерб здоровью / экологический ущерб
	Особые химические реагенты	Ущерб здоровью/экологический ущерб

*Наличие символа «-» означает соответствие всем аспектам в смежных колонках.

Продолжение таблицы D.2

Источник*	Обычные опасности	Потенциальное воздействие
Холодильные установки	Фреоны	Глобальное потепление/уменьшение озонового слоя стратосферы/изменение климата
Огнетушители	Галоны (хладоны)	То же
Летучие вещества - клапаны, насосы и т.д.	CH_4	Глобальное потепление/изменение климата/увеличение содержания озона в атмосфере
	VOC/C_xH_y / особые химические реагенты	Глобальное потепление/изменение климата/увеличение содержания озона в атмосфере/ущерб здоровью/ экологический ущерб
Вода - буровой раствор на водной основе - буровой раствор на нефтяной основе - сточные воды - дренажные стоки - ливневые стоки - добываемая вода - охлаждающая вода - водосодержащий осадок на дне резервуара	Нефть	Слой на поверхности/непригодность воды для питья и отдыха/ неблагоприятное воздействие на рыбу/ биологический ущерб
	Растворимые органические вещества/растворенные углеводороды/ароматические углеводороды(BTEX)	Неблагоприятное воздействие на рыбу/ущерб гидробионтам
	Тяжелые металлы	Накопление в живых организмах и отложения отрицательно воздействующих опасных веществ
	Соли	Биологический ущерб
	Барит, буровой раствор, буровой шлам	Удушье/повреждение морского дна/ущерб биоте
	Питательные вещества	Эвтрофикация воды
	Ароматизаторы	Неблагоприятное воздействие
	Химические реагенты/ингибиторы коррозии/ биоциды/ фунгициды	Ущерб гидробионтам
	Сброс пресной воды	Уменьшение минерализации
	Взвешенные частицы	Повышение мутности, ущерб коралловым рифам, донным организмам, повреждение морского дна, непригодность для отдыха, неблагоприятное воздействие для местного населения
	Полициклические ароматические углеводороды	Ущерб гидробионтам
	Смазочный материал	Разрушение донных осадков
	Соли/рассолы	Повышение минерализации, ущерб гидробионтам
	Кислоты/каустики	Ущерб гидробионтам
	Изменение температуры	Изменение концентрации кислорода, ущерб гидробионтам, увеличенное обрастание /цветение
	Моющие средства	Эвтрофикация воды/токсичность
Бытовые стоки (канализационные стоки и промывочная вода)	Патогенные микроорганизмы	Вред здоровью
	Аноксия (снижение содержания кислорода)	Биологический ущерб
	Питательные вещества	Эвтрофикация воды
	Специальные химические реагенты	Ущерб гидробионтам
	Ароматические добавки	Неприятные ощущения/запахи
Протекторный (растворимый) анод	Тяжелые металлы	Ущерб гидробионтам
Детонаторы	Шум/волна давления	Ущерб гидробионтам/репеллент
Химические реагенты	Краски	Биологическое отравление или длительное нарушение/глобальное потепление
	Растворители	Опасность для здоровья/биологическое отравление или длительное нарушение /глобальное потепление
	Очистители	Биологическое отравление или длительное нарушение
Продукты эрозии	Осадок в почве	Удушье, биологический ущерб

Окончание таблицы D.2

Источник*	Обычные опасности	Потенциальное воздействие
Твердые, жидкие отходы и медицинские отходы, использованные катализаторы	Опасные отходы	Загрязнение воды
	Ядовитые вещества	
Бытовые и пищевые отходы, отходы офисов	Органические и специальные отходы	Загрязнение воды, вред здоровью
	Патогенные микроорганизмы	
Персонал	Присутствие рабочей силы с различным социальным и культурным уровнем в период строительства и эксплуатации; влияние на местное общество	Социальное и культурное воздействие; повышение или снижение уровня занятости; спрос на местные ресурсы и землю
Потребность в энергии	Энергия, используемая для: - нагревателей/бойлеров - получения электроэнергии - производства пара - охлаждения	Потеря энергетических ресурсов
	Вода, применяемая для: - охлаждения - технологических процессов - в качестве питьевой воды - сточных вод - поддержания давления	Разрушение заболоченных территорий
		Понижение уровня грунтовых вод, неблагоприятное влияние на пользователей водяных скважин
		Воздействие на пользователей, находящихся ниже по течению
Потребность в ресурсах	Использование невозобновляемых ресурсов	Истощение сырьевых ресурсов

Приложение ДА
(справочное)

Исходные терминологические статьи

В данном приложении приведены положения ИСО 17776:2000, которые применены в настоящем стандарте с модификацией их содержания для учета особенностей обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов в Российской Федерации.

ДА.1 **окружающая среда** (environmental): Среда, в которой функционирует предприятие, включая воздушное и водное пространство, землю, полезные ископаемые, флору, фауну, людей и их взаимоотношения.

ДА.2 **инцидент, авария** (incident, accident): Событие или последовательность событий, которые являются или потенциально могут стать причиной травмирования или заболевания людей, повреждения (потери) имущества, нанесения вреда окружающей среде или третьей стороне.

ДА.3 **допустимый риск** (tolerablerisk): Риск, который в контексте системы ценностей современного общества может быть принят как приемлемый в данной ситуации.

Библиография

[1] ISO 1999:1990, Acoustics — Determination of occupational noise exposure and estimation of noise induced hearing impairment

[2] ISO 13702:1999, Petroleum and natural gas industries — Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations — Requirements and guidelines

[3] ISO 14001:1996, Environmental management systems — Specification with guidance for use. (ИСО 14001:1996 Системы экологического менеджмента. Технические условия и руководство по применению)*

[4] ISO 14004:1996, Environmental management systems — General guidelines on principles, systems and supporting techniques (ИСО 14004:–1996 Системы экологического менеджмента. Общие руководящие указания по принципам, системам и способам обеспечения)*

[5] ISO 15544, Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Requirements and guidelines for emergency response. (ИСО 15544 Промышленность нефтяная и газовая. Морские добычные установки. Реагирование на чрезвычайные ситуации. Основные требования)*

[6] IEC 61508, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems, Parts 1 to 7, to be replaced by IEC 61511-3, Functional safety: Safety instrumented for the process industry sector — Part 3: Guidelines in the application of hazard and risk analysis

[7] IEC 61882, Dependability management — Hazard and Operability (HAZOP) Studies

[8] API RP 14G, Recommended practice for fire prevention and control on open type offshore production platforms

[9] API RP 14J, Recommended practice for design and hazards analysis for offshore production facilities

[10] API RP 75, Recommended practice for development of a safety and environmental management program for outer continental shelf (ocs) operation and facilities

[11] Chemical Industries Association A Guide to Hazard and Operability Studies, UK, 1987

[12] E & P Forum Report No. 6.36/210, Guidelines for the development and application of health, safety and environmental management systems

[13] E & P Forum Report No. 6.34/206 Health, safety and environmental schedules for marine geophysical operations

[14] E & P Forum/IAGC Report No. 6.27/1831993: Safety training guidelines for geophysical personnel

[15] Institution of Chemical Engineers Loss prevention in the process industries, 2nd edn., F.P.Lees

[16] International Maritime Organization Guidelines and standards for removal of offshore installations and structures, October 1989

[17] NORSOK Z-013 Risk and emergency preparedness analysis, Revision 1, March 1998

[18] VINNEM, J. E. Offshore risk assessment — Principles, modelling and applications of QRA studies, ISBN 0-7923-5860-0, Kluwer, 1999

[19] Oslo Commission for the 12 June 1991Disposal of Offshore installations at Sea

[20] HS(G) 65, HMSO, 1991, Successful health and safety management, UK Health and Safety Executive

[21] UK HSE EH40, Occupational exposure limits (Published annually.)

[22] UK HSE HS(G)97, 1993, A Step by Step Guide to COSHH Assessment

[23] UK Offshore Operators Association, February 1999, Industry guidelines on a framework for risk related decision support, Rev 3

[24] UK, Statutory Instrument 1992/2885, The Offshore Installations (Safety Case) Regulations 1992 and Guidance on Regulations

[25] UK, Statutory Instrument 1995/743, The Offshore Installations (Prevention of Fire and Explosion, and Emergency Response) Regulations 1995 and Approved Code of Practice and Guidance

[26] UK HSE,1992, The tolerability of risk from nuclear power stations

* Официальный перевод этого стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов

УДК 658:562.014:006.354 ОКС 75.180.10

Ключевые слова: нефтяная и газовая промышленность, морские месторождения, морские добычные установки, инцидент, авария, структурированный анализ, идентификация опасностей, оценка риска, проверочный лист

Редактор *Е.Г. Кузнецова*
Технический редактор *А.Б. Заварзина*
Корректор *В.Г. Смолин*
Компьютерная верстка *Д.Е. Першин*

Сдано в набор 20.12.2013. Подписано в печать 5.02.2014. Формат 60x84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,98. Уч.-изд. л. 5,58. Тираж 76 экз. Зак. 2181.

Набрано в ООО «Академиздат».
www.academizdat.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано
во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва. Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru