МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

С В О Д П Р А В И Л **СП 366.1325800.2017**

ПРОМЫСЛОВЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

Оценка технических решений на основе анализа риска

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Сведения о своде правил

1 ИСПОЛНИТЕЛЬ — ООО «Трансэнергострой»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)

4 УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 18 декабря 2017 г. № 1683/пр и введен в действие с 19 июня 2018 г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте разработчика (Минстрой России) в сети Интернет

© Минстрой России, 2017
© Стандартинформ, оформление, 2018

Настоящий свод правил не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минстроя России

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Основные положения 3
5 Классификация эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов 3
5.1 Основное риск-образующее событие, определение риска для промысловых трубопроводов 3
5.2 Риск-факторы, основные негативные воздействия и угрозы для промысловых трубопроводов 4
5.3 Классификация негативных последствий от риск-образующих событий 8
5.4 Оценка эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов 9
5.5 Оценка вероятности эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов 9
5.6 Оценка последствий эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов 10
5.7 Классификация эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов 12
6 Правила управления эксплуатационными рисками промысловых трубопроводов 13
6.1 Управление рисками при оценке технических решений 14
6.2 Управление рисками в процессе эксплуатации промысловых трубопроводов 16
7 Идентификация, оценка и приоритизация эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов 17
7.1 Идентификация 17
7.2 Оценка и приоритизация 17
8 Правила риск-ориентированного выбора технических решений 18
9 Процесс риск-ориентированного выбора технических решений 19
Библиография 22

Введение

Свод правил разработан в соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации», Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Настоящий свод правил разработан авторским коллективом ООО «Трансэнергострой» (канд. хим. наук *И.В. Вьюницкий*, канд. техн. наук *И.С. Сивоконь*, *С.А. Артемьева*, *Д.З. Стерелюхина*, *А.В. Фомин*).

С В О Д П Р А В И Л

ПРОМЫСЛОВЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

Оценка технических решений на основе анализа риска

Field pipelines.
Grade of design based on the risk analysis

Дата введения — 2018—06—19

1 Область применения

Настоящий свод правил распространяется на стальные промысловые трубопроводы, расположенные на территории месторождений нефти и предназначенные для транспортирования продукции добывающих и нагнетательных скважин, участвующих в технологическом процессе добычи нефти и сопутствующего нефтяного газа.

Свод правил не распространяется на проектирование:

- промысловых трубопроводов выполненных из неметаллических материалов;
- технологических трубопроводов, расположенных на территории месторождений нефти;
- трубопроводов систем промышленного и питьевого водоснабжения, канализации и утилизации промышленных отходов, расположенных на территории месторождений нефти;
- промысловых трубопроводов газовых и газоконденсатных месторождений.

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 27.002—2015 Надежность в технике. Термины и определения

ГОСТ 25866—83 Эксплуатация техники. Термины и определения

ГОСТ 27751—2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

ГОСТ Р 51901.11—2005 Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство

ГОСТ Р 55990—2014 Месторождения нефтяные и газонефтяные. Промысловые трубопроводы. Нормы проектирования

СП 284.1325800.2016 Трубопроводы промысловые для нефти и газа. Правила проектирования и производства работ

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

3 Термины и определения

В настоящем своде правил применены следующие термины с соответствующими определениями:

Издание официальное

3.1

надежность строительного объекта: Способность строительного объекта выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации

[ГОСТ 27751—2014, статья 2.1.5]

3.2 **основные технические решения;** ОТР: Документация, разрабатываемая для технологически сложных производственных объектов, содержащая основные схемы (технологические, электроснабжения, автоматизации) и позволяющая определить основные параметры технологического и вспомогательного оборудования до начала процесса разработки проектной документации.

3.3

отказ: Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

[ГОСТ 27.002—2015, статья 3.4.1]

3.4

проектная документация; ПД: Совокупность текстовых и графических документов, определяющих архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические и иные решения проектируемого здания (сооружения), состав которых необходим для оценки соответствия принятых решений заданию на проектирование, требованиям технических регламентов и документов в области стандартизации и достаточен для разработки рабочей документации для строительства.

[ГОСТ Р 21.001—2013, статья 3.1.5]

3.5 **проектно-изыскательские работы;** ПИР: Проектно-изыскательские работы, комплекс работ, проводимых с целью разработки документации для проведения строительства новых зданий и сооружений и реконструкции уже существующих объектов.

3.6

предельное состояние: Состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

[ГОСТ 27.002—2015, статья 3.2.7]

3.7

промысловый трубопровод: Трубопровод с устройствами на нем для транспортирования газообразных и жидких продуктов под действием напора (разности давлений) от скважин до места выхода с промысла подготовленной к дальнему транспортированию товарной продукции.

[СП 284.1325800.2016, п. 3.17]

3.8 **ремонт и ТО по «техническому состоянию»:** Ремонт и техническое обслуживание, при которых контроль технического состояния выполняется с периодичностью и в объеме, установленными в нормативной документации, а объем и момент начала ремонта определяются техническим состоянием ПТ.

3.9 **свищ:** Дефект в стенке трубы, фасонных изделий или в корпусе запорно-регулирующей арматуры.

3.10

срок службы: Продолжительность нормальной эксплуатации строительного объекта с предусмотренным техническим обслуживанием и ремонтными работами (включая капитальный ремонт) до состояния, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна.

[ГОСТ 27751—2014, статья 2.1.5]

3.11 **трещина:** Дефект в виде разрыва металла стенки трубы (трещина основного металла), все трещины любого характера и направлений независимо от выявленных размеров классифицируются как недопустимые дефекты

3.12 **техническое обслуживание,** ТО: Комплекс операций по поддержанию работоспособности ПТ.

3.13 **целостность:** Внутреннее единство объекта, его относительная автономность, независимость от окружающей среды.

3.14

эксплуатация: Стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество.

[ГОСТ 25866—83, статья 1]

3.15 **эксплуатация ПТ до «отказа»:** Эксплуатация ПТ, до выхода его из строя, с «низким» риском, при котором проводят замену отказавшего оборудования, восстановление герметичности, пропускной способности и иные мероприятия для восстановления работоспособности в пределах текущих производственных потребностей.

3.16 **HAZID:** Инструмент распознавания всех существенных опасностей, который используется на ранних стадиях проекта, с учетом всех возможных потенциальных источников внешнего воздействия на объект.

3.17

HAZOP: Процесс детализации и идентификации проблем опасности и работоспособности системы, предназначенный для идентификации потенциальных отклонений от целей проекта, экспертизы их возможных причин и оценки их последствий.

[ГОСТ Р 51901.11—2005, раздел 4]

4 Основные положения

Требования к разработке проектной документации на промысловые трубопроводы приведены в СП 284.1325800 и [1]. Настоящий свод правил применяется на этапе разработки основных технических решений при соответствующем требовании заказчика проектной документации (ПД).

Настоящий свод правил устанавливает требования к идентификации, оценке и приоритизации эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов и принятию мер по их управлению в соответствии с которыми должны проводиться HAZOP и/или HAZID проектируемых объектов.

5 Классификация эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов

5.1 Основное риск-образующее событие, определение риска для промысловых трубопроводов

5.1.1 Проблемы (негативные риск-образующие события), сопровождающие эксплуатацию ПТ, в т.ч. отказ, полная или частичная потеря работоспособности, связаны с несколькими факторами:

- эксплуатацией ПТ, не соответствующих проектным решениям;
- негативными воздействиями третьих лиц или ошибками обслуживающего персонала;
- отказом систем, единиц оборудования, в т.ч. резервных, из-за которых в будущем может произойти полная остановка ПТ;
- утечками, разгерметизацией элементов ПТ;
- отказом вспомогательных систем, обеспечивающих обнаружение неисправностей, отказом и снижением последствий отказов, в т.ч. системы КИПиА, пожаротушения и сигнализации;
- браком при выполнении строительно-монтажных работ;
- прочее.

5.1.2 Величина, сочетающая в себе вероятность негативного события и его последствия — риск. Значение риска можно вычислить по формуле

$$R = P L, \quad (1)$$

где R — риск;

P — вероятность риск-образующего события;

L — ущерб или убыток в связи с этим риск-образующим событием в стоимостном выражении.

В настоящем своде правил вероятность и последствия негативного события оцениваются не расчетным методом, а экспертной оценкой в баллах. В настоящем своде правил риск представляет из себя двухмерный вектор, одна из координат которого представляет оценку вероятности, а другая — оценку последствий негативного события.

5.1.3 Основным риск-образующим событием для ПТ на этапе проектирования следует считать вероятность нарушения целостности.

5.1.4 Целостность, применительно к ПТ, следует понимать как его состояние, которое соответствует проектным характеристикам с допустимыми отклонениями. Всякая дезинтеграция ПТ или его части, появление, в связи со старением, износом, негативным воздействием дефектов — недопустимых отклонений от заданных проектных показателей — фактор, из-за которого может произойти отказ, полная или частичная потеря работоспособности.

5.1.5 Работа по управлению риском вероятности нарушения целостности, на этапе оценки технических решений, состоит из оценки и анализа составляющих риска (вероятности и ущерба), разработки проектных решений, которые должны снизить риски до установленных заказчиком ПД показателей эксплуатационной надежности на протяжении всего жизненного цикла ПТ, включая будущий демонтаж и ликвидацию.

5.1.6 Оценка и приоритизация рисков производится с применением 25-балльной шкалы. При этом вероятность и последствия негативного события, нарушения целостности, могут получить оценку от 1 до 25.

5.2 Риск-факторы, основные негативные воздействия и угрозы для промысловых трубопроводов

5.2.1 Все возможные опасности (угрозы), способные привести к отказу ПТ классифицируются следующим образом:

- общие эксплуатационные опасности (угрозы) — условия работы, отказы технологического оборудования, ошибочные действия или бездействие персонала;
- опасности (угрозы), связанные с внешними воздействиями — опасности, связанные с деятельностью соседних производств или объектов (техногенные опасности), с движением транспорта, природные опасности, акты саботажа и диверсии.

5.2.2 В зависимости от объема вытекающего продукта можно выделить несколько типов нарушений целостности (дефектов) трубопровода:

- через свищи (площадь дефектного отверстия — не более 10^{-4} м^2);
- через трещины в трубопроводе длиной не более 30 % условного диаметра трубопровода;
- через трещины в трубопроводе длиной не более 75 % условного диаметра трубопровода.

Нарушения целостности ПТ могут быть на запорной и регулирующей арматуре, системах контрольно-измерительных приборов и аппаратуры (КИПиА), инженерном обустройстве трасс и т.п. Описание наиболее распространенных и вероятных риск-факторов (угроз), способных привести к отказу ПТ приведены в таблице 1.

Под инженерным обустройством трасс понимается комплекс средств, обеспечивающих безопасную эксплуатацию промыслового трубопровода.

5.2.3 В таблице 1 приведен не полный перечень возможных риск-факторов (угроз) из-за которых может произойти отказ ПТ. Поэтому определение потенциальных риск-факторов (угроз) применительно к каждому проектируемому ПТ — необходимый этап в процессе применения риск-ориентированных подходов к проектированию ПТ и определению требований к эксплуатации.

Таблица 1 — Наиболее распространенные и вероятные риск-факторы (угрозы), потенциально способные привести к отказу ПТ

Наименование риск-фактора	Описание	Пример отказа	Наиболее вероятный дефект
1 Внутренняя эрозия	Механический износ под воздействием взвешенных частиц в жидкости или газе или высокоскоростного потока жидкости	Разгерметизация в результате образования сквозных отверстий в стенке трубопровода или его элементов	Свищ
2 Внутренняя общая коррозия	Растворение металла на участках большой площади под воздействием транспортируемых сред	Разгерметизация в результате образования сквозных отверстий или трещин в местах коррозионного утонения	Трещина 0,3 *D*
3 Внутренняя локальная коррозия различных видов	Растворение металла на участках малой площади под воздействием транспортируемых сред	Разгерметизация в результате образования сквозных отверстий в местах коррозионного утонения: язвенная, канавочная, ножевидная, под осадками, щелевая коррозия и др.	Свищ
4 Наличие сероводорода, растрескивание, блистеринг	Развитие сульфидного коррозионного растрескивания под напряжением или водородного растрескивания	Образование трещин коррозионного растрескивания. Образование расслоений и отдулин (блистеринг)	Трещина 0,3 *D*
5 Отсутствие/дефекты внешнего покрытия и/или отсутствие/неэффективная работа систем электрохимической защиты	Вероятность развития внешней коррозии под воздействием грунтовых сред	Разгерметизация в результате образования сквозных отверстий в местах коррозионного утонения	Свищ
6 Блуждающие токи	Электролитическое растворение металла трубопровода в местах выхода внешних электрических токов из трубопровода в грунт	Разгерметизация в результате образования сквозных отверстий	Свищ
7 Наружная почвенная коррозия	Электрохимическое растворение металла трубопровода под воздействием грунтовых сред	Разгерметизация в результате образования сквозных отверстий или трещин в местах коррозионного утонения	Свищ
8 Внешняя коррозия в водной среде	Коррозия или эрозия металла трубопровода под воздействием сред поверхностных водоемов	Разгерметизация в результате образования сквозных отверстий или трещин в местах коррозионного утонения	Свищ
9 Наружное коррозионное растрескивание	Коррозионное растрескивание трубопровода под воздействием почв с опасностью стресс-коррозии	Образование трещин коррозионного растрескивания	Трещина 0,3 *D*
10 Атмосферная коррозия	Коррозия наземных участков трубопроводов под воздействием атмосферы	Разгерметизация в результате образования сквозных отверстий или трещин в местах коррозионного утонения	Свищ
11 Строительный и металлургический брак	Наличие металлургических и монтажных дефектов в металле трубопровода и его элементах, а также в сварных и других соединениях	Зарождение и развитие трещин при эксплуатации на имеющихся дефектах Щелевая коррозия в дефектах	Трещина 0,3 *D*

Продолжение таблицы 1

Наименование риск-фактора	Описание	Пример отказа	Наиболее вероятный дефект
12 Механические повреждения (риски, задиры, вмятины, гофры и т.п.) при строительстве или эксплуатации	Локальные нарушения формы и размеров трубопроводов и элементов трубопровода, вызывающие концентрацию напряжения или снижающие конструкционную прочность	Развитие трещин и/или локальной коррозии в местах концентрации напряжений	Трещина 0,75 *D*
13 Внешнее воздействие третьих сил (уязвимые участки)	Повышение вероятности повреждений трубопроводов посторонними лицами из-за нарушения норм и правил при прокладке трубопровода или при осуществлении какой-либо деятельности в охранной зоне трубопровода	Механическое повреждение из-за нарушения глубины залегания трубопровода Обустройство несанкционированных переездов	Трещина 0,75 *D*
14 Знакопеременные механические нагрузки	Вероятность появления трещин малоцикловой усталости в местах возникновения продольных и поперечных колебаний	Образование трещин малоцикловой усталости в сварных соединениях и/или по телу трубы	Трещина 0,3 *D*
15 Естественные напряжения, движения грунта, паводок	Вероятность появления трещин и деформаций в подземных и подводных участках трубопровода в результате перемещения грунта или потока воды	Разрушение трубопровода в местах неконтролируемого смещения его оси	Трещина 0,3 *D*
16 Пересечения водных преград	Вероятность образования и развития дефектов на ответственных участках с пониженной контролепригодностью	Аварии с загрязнением бассейнов рек и водоемов	Трещина 0,3 *D*
17 Потеря устойчивости (всплытие, выпучивание при прокладке в условиях вечной мерзлоты, просадка)	Отклонение оси трубопровода от заданного положения, установленного проектом, влекущее изменение напряженно-деформированного состояния и ускоренное разрушение	Разрушение трубопровода в местах неконтролируемого смещения его оси	Трещина 0,3 *D*
18 Пересечение с коммуникациями (ЛЭП, трубопроводы, автодороги и т.п.)	Повышенная вероятность механических и коррозионных повреждений под воздействием близко расположенных объектов или деятельности, с ними связанной	Коррозионные повреждения в результате взаимодействия с соседним (пересекаемым) объектом. Механические повреждения трубопровода при производстве работ в совместной охранной зоне (пересечении зон)	Трещина 0,3 *D*
19 Врезки, ремонт, ликвидация порывов	Увеличение вероятности возникновения дефектов в результате проведения ремонтных работ и работ по реконструкции	Образование сквозных коррозионных дефектов в местах ремонтной сварки	Трещина 0,3 *D*
20 Нарушение технологического режима работы трубопровода	Неоправданное повышение давления (гидроудар), изменение термобарических параметров эксплуатации	Разрыв трубопровода, прежде всего в местах пониженной прочности	Трещина более 0,75 *D*

Окончание таблицы 1

Наименование риск-фактора	Описание	Пример отказа	Наиболее вероятный дефект
21 Природные воздействия	Резкое повышение внешней механической нагрузки на трубопровод	Разрыв трубопровода, прежде всего в местах пониженной прочности	Трещина более 0,75 *D*
22 Предумышленные противоправные воздействия третьих лиц, в т.ч. диверсия, теракт	Взрывное, термическое и механическое воздействие на трубопровод	Разрыв трубопровода	Трещина более 0,75 *D*

5.3 Классификация негативных последствий от риск-образующих событий

5.3.1 Каждое нарушение целостности ПТ может происходить от одного и более риск-факторов. Из практики эксплуатации ПТ известно, что далеко не все нарушения целостности (дефекты) приводят к отказу. Эксплуатационные мероприятия, такие как ТО, защита от коррозии и других осложнений, техническое диагностирование и ремонты позволяют частично или полностью предотвращать отказы ПТ. Последствия аварий снижаются при наличии проектных решений и исполнении требований к эксплуатации ПТ по следующим видам мероприятий и защитных систем:

- обнаружение и контроль работоспособности ПТ;
- минимизация утечки транспортируемых сред, предотвращение распространения утечки, ликвидация возгорания и т.п.;
- ликвидация последствий — сбор разлившегося продукта, рекультивация, восстановление, устранение ущерба.

Возможные сценарии отказа на ПТ приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Возможные сценарии отказа на ПТ

Обозначение типового сценария	Схема развития сценария
С1 — выброс легковоспламеняющейся жидкости без возгорания	Разрушение трубопровода → выброс жидкой фазы и газа (при наличии) → растекание опасного вещества по территории и дегазация жидкой фазы (при наличии растворенного газа) с частичным испарением пролива → безопасное рассеивание газа и паров жидкой фазы → загрязнение окружающей среды
С2 — пожар пролива легковоспламеняющейся жидкости	Разрушение трубопровода → выброс в окружающую среду жидкой фазы и газа → растекание жидкой фазы → возможное частичное испарение горючей жидкости → воспламенение пролитой жидкой фазы при наличии источника зажигания → пожар пролива → попадание в зону возможных поражающих факторов людей и/или оборудования →последующее развитие аварии в случае, если затронутое оборудование содержит опасные вещества→ загрязнение окружающей среды
С3 — сгорание топливно-воздушной смеси на открытом воздухе	А — разгерметизация газопровода (трубопровода нефтяной эмульсии с высоким содержанием газа) → выброс газа в открытое пространство → образование взрывоопасной газовоздушной смеси → взрыв (дефлаграционное сгорание) при наличии источника инициирования → поражение оборудования и персонала ударной волной, термическое поражение
	Б — полная или частичная разгерметизация трубопровода с нефтью (нефтяной эмульсией) → поступление в окружающую среду газа и паров в газообразном состоянии, разлив и дегазация нефтяной эмульсии → образование взрывоопасной топливно-воздушной смеси → возникновение источника зажигания → зажигание облака → взрыв топливно-воздушной смеси с образованием ударной воздушной волны → попадание в зону возможных поражающих факторов, людей и/или оборудования → возможная эскалация аварии → последующее развитие аварии по сценарию С1
	В — разрушение трубопровода с нефтью (нефтяной эмульсией) → выброс опасного вещества в окружающую среду → образование пролива нефти (нефтяной эмульсии), образование и распространение облака топливовоздушной смеси → возникновение в зоне облака топливовоздушной смеси источника зажигания → пожар-вспышка → воздействие поражающих факторов на людей, оборудование, окружающую среду → загрязнение окружающей среды

Окончание таблицы 2

Обозначение типового сценария	Схема развития сценария
С4 — выброс газа без возгорания	Разрушение газопровода → выброс газа → формирование и распространение взрывоопасного облака → безопасное рассеивание газа без возгорания → загрязнение окружающей среды → возможное последующее развитие аварии и сгорание газовоздушной смеси в случае неблагоприятного развития аварийной ситуации и скопления газовоздушной смеси в помещениях и т.п.
С5 — факельное горение газа	Разрушение газопровода → истечение газа под давлением с мгновенным воспламенением → факельное горение истекающей струи → воздействие пламени на оборудование, поражение людей → последующее развитие аварии в случае, если затронутое оборудование содержит опасные вещества

5.3.2 Основные последствия аварий на промысловых трубопроводах:

- загрязнение окружающей среды (экологический ущерб);
- травмирование людей (социальный ущерб);
- повреждение имущества (материальный ущерб).

5.4 Оценка эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов

5.4.1 В настоящем своде правил методика идентификации, оценки и приоритизации рисков распределяет эксплуатационные риски ПТ, связанные с риск-факторами, изложенными в 5.2, на пять категорий (таблица 3).

Оценка эксплуатационных рисков ПТ определяет требования:

- к проектным решениям по обеспечению безотказной работы ПТ в рамках процесса оценки технических решений и процедур HAZOP/HAZID;
- к перечню и содержанию методов и мероприятий по техническому диагностированию, контрольным мероприятиям, мероприятиям по защите от коррозии и обеспечению пропускной способности ПТ, различным видам ремонта и капитального ремонта, которые должны быть предусмотрены в проектных решениях на ПТ.

5.4.2 Негативные последствия отказа, полной или частичной потери работоспособности ПТ (ущерб) оцениваются согласно 5.3.2.

5.4.3 До проведения оценки вероятности и последствий риск-образующих событий — для ПТ должны быть сформулированы предварительные ОТР по прокладке, выбору материалов, системе КИПиА, защитным системам, методам по борьбе с коррозией и обеспечению пропускной способности и т.п.

5.4.4 Цель процедуры идентификации, оценки и приоритизации рисков — дополнить, внести корректировки, пересмотреть предварительные ОТР по ПТ для обеспечения в будущем его эксплуатационной надежности и срока службы в соответствии с заданием заказчика ПД.

5.5 Оценка вероятности эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов

5.5.1 Шкала оценки вероятности отказа ПТ и описание с точки зрения частоты отказа и оценки вероятности отказа представлены в таблице 3. При оценке вероятности отказа ПТ дается оценка от 1 до 25 баллов для каждого из риск-факторов, перечисленных в 5.2.

5.5.2 Оценка вероятности производится экспертно, путем соотнесения изложенных в таблице 3 формулировок по частоте отказов с данными, полученными при эксплуатации объектов. При проведении оценки рисков в HAZOP/HAZID оценку выполняет руководитель мониторинга по отказам.

5.5.3 При отнесении вероятности к одной из категорий («Низкая» — «Очень высокая») выставляются баллы в рамках заданного в таблице 3 для каждой категории вероятности интервала.

5.5.4 Оценка вероятности проводится в два этапа:

1 — отнести вероятность наступления риск-образующего события к одной из пяти категорий таблицы 3 на основании описания в графе 2.

2 — экспертно оценить вероятность по пятибалльной шкале где именно находится оценка — ближе к нижней границе, к верхней или в середине и поставить соответствующее число баллов в интервале, заданном в таблице 3.

При оценке вероятности необходимо учитывать опыт эксплуатации объектов-аналогов, результаты доступных научных исследований и расчетов.

В случае отсутствия достаточной информации для оценки вероятности наступления риск-образующего события по 5.2 принимается среднее значение — 13 баллов.

Таблица 3 — Описание шкалы для оценки вероятности отказа ПТ

Категория риска	Частота риск-образующего события *	Оценка, балл
Низкая	Для данного типа ПТ с применением предварительных проектных решений отказ невозможен или возможен не чаще, чем один раз в 10 лет	1—5
Вероятно	Для данного типа ПТ с применением предварительных проектных решений вероятны 2—3 отказа на протяжении 10 лет эксплуатации	6—10
Средняя	Для данного типа ПТ с применением предварительных проектных решений может произойти до двух отказов на протяжении трех лет эксплуатации	11—15
Высокая	Для данного типа ПТ с применением предварительных проектных решений возможно более двух отказов на протяжении трех лет эксплуатации	16—20
Очень высокая	Для данного типа ПТ с применением предварительных проектных решений возможен отказ уже в течение первого года эксплуатации	21—25
* Описание частоты риск-образующего события может быть изменено главным инженером проекта и согласовано с заказчиком ПД на ПТ. Изменение должно учитывать особенности проектируемого ПТ.		

5.6 Оценка последствий эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов

5.6.1 Критерии оценки последствий отказа ПТ приведены в таблице 4. Результат оценки последствий отказов ПТ принимается по максимуму из трех оцениваемых областей. Оценка последствий отказа для каждой из оцениваемых областей проводится в два этапа:

1 — отнести последствия наступления риск-образующего события к одной из пяти категорий 1-й графы таблицы 4 на основании содержания граф 2—4;

2 — экспертно оценить последствия по пятибалльной шкале где именно находится оценка — ближе к нижней границе, к верхней или в середине и поставить соответствующее число баллов в заданном интервале, указанном в таблице 4.

При оценке последствий учитывать опыт эксплуатации объектов аналогов, результаты доступных научных исследований и расчетов.

5.6.2 Оценка последствия реализации риск-образующего события и, как следствие, нарушения целостности ПТ зависит от выбранного сценария развития отказа (см. таблицу 2). Как правило, реализация сценариев с более тяжелыми последствиями имеет значительно более низкую вероятность, чем реализация сценариев с минимальными последствиями от свища, по причине внутренней коррозии, ПТ наиболее часто приводит к разливу нефти, подтоварной воды или утечке газа, а случаи возгорания, взрыва, крупных разливов нефти, воды и утечек газа крайне редкие.

5.6.3 При оценке последствий рекомендуется учитывать как минимум два сценария:

1 — наиболее распространенный на практике и на аналогичных объектах сценарий развития отказа. Для такого сценария необходимо оценить и соответствующую ему вероятность согласно 5.5;

2 — наиболее тяжелый/катастрофический сценарий, который может произойти на проектируемом ПТ. При этом необходимо оценивать проектируемый ПТ, а не опыт эксплуатации объектов-аналогов или другие случаи из практики. Для этого сценария необходимо оценить и соответствующую ему вероятность согласно 5.4.1.

5.6.4 В результате по части риск-образующих событий должно быть оценено два риска, с различными баллами по вероятности и последствиям. Такие риски R должны соответствовать наиболее вероятному R_1 и наиболее тяжелому/катастрофическому R_2 по последствиям сценариям.

В случае отсутствия достаточной информации для оценки последствий риск-образующего события согласно 5.3 принимается нижняя граница в категории «высокие» — 16 баллов.

Таблица 4

Шкала последствий	Социальный ущерб	Материальный ущерб*	Экологический ущерб**	Оценка, балл
Очень высокие	Вред здоровью, повлекший постоянную потерю трудоспособности или гибель более двух лиц	Остановка эксплуатации не менее чем 1/3 добывающих скважин актива (месторождения нефти и газа) более чем на 24 ч	1 Ущерб для окружающей среды с многолетними последствиями регионального масштаба. 2 Выброс загрязняющих веществ на особо охраняемых территориях и в пределах населенных пунктов	21—25
Высокие	Возможны смертельный случай и негативное воздействие на персонал и третьих лиц в т.ч. с постоянной потерей трудоспособности	Остановка эксплуатации не менее чем 1/3 добывающих скважин актива (месторождения нефти и газа) до 24 ч	1 Ущерб для окружающей среды регионального масштаба с возможностью устранения последствий в течение не более чем одного года. 2 Локальный выброс загрязняющих веществ на особо охраняемых территориях и в пределах населенных пунктов с возможностью устранения последствий несколько дней или недель	16—20
Средние	Вероятны травмы и негативное воздействие на персонал и третьих лиц, в т.ч. с временной потерей трудоспособности	Остановка эксплуатации до 1/3 добывающих скважин актива (месторождения нефти и газа) более чем на 24 ч	1 Воздействие со значительным ущербом для нечувствительной окружающей среды, которая может быть восстановлена до эквивалентного состояния от 1 до 5 лет. 2 Воздействие с локальным ущербом для чувствительной окружающей среды, которая может быть восстановлена до эквивалентного состояния от 1 до 5 лет	11—15
Ниже среднего	Вероятны травмы и негативное воздействие на персонал и третьих лиц, в т.ч. с необходимостью амбулаторного лечения и профилактики	Остановка эксплуатации до 1/3 добывающих скважин актива (месторождения нефти и газа) до 24 ч	1 Воздействие со значительным ущербом для нечувствительной окружающей среды, которая может быть восстановлена до эквивалентного состояния не более чем за один год. 2 Воздействие с локальным ущербом для чувствительной окружающей среды, которая может быть восстановлена до эквивалентного состояния не более чем за один год	6—10
Низкие	Отсутствует негативное воздействие на жизнь и здоровье персонала и третьих лиц	Производственные потери незначительные и не отражаются на выполнении плановых ежемесячных производственных показателей	Воздействие с локальным ущербом для окружающей среды, которая может быть восстановлена до эквивалентного состояния за период нескольких дней или недель	0—5

* Описание материального ущерба для хозяйственной деятельности необходимо согласовать с заказчиком ПД. Описание ущерба и отнесение его по категориям графы 1 могут быть связаны с потерями в добыче нефти и газа, экономическим ущербом и другими актуальными для заказчика ПД показателями.

** Описание экологического ущерба необходимо согласовать с заказчиком ПД. Описание ущерба и отнесение его по категориям графы 1 должны быть адаптированы к особенностям района расположения трассы проектируемого ПТ.

5.7 Классификация эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов

5.7.1 Риски, связанные с эксплуатацией ПТ, классифицируются в соответствии с категориями ПТ (таблица 5). Категория ПТ для применения риск-ориентированных подходов к проектированию, изложенных в настоящем своде правил, присваивается по результатам оценки рисков, связанных с наступлением риск-образующих событий согласно 5.2 и их последствий согласно 5.3.

Таблица 5

Категория ПТ	Категория риска	Значение риска, балл*
1 — Самый ответственный	1 — Очень высокий	От 25 и более**
2 — Ответственный	2 — Высокий	От 20 до 25**
3 — Опасный	3 — Средний	От 15 до 20**
4 — Не опасный	4 — Ниже среднего	От 10 до 15**
5 — Не ответственный	5 — Низкий	От 1 до 10**

* Значение риска рассчитывается на основании балльной оценки вероятности и последствий отказа ПТ по причине наступления риск-образующего события.
** Деление рисков по категориям в зависимости от значения риска может быть уточнено главным инженером проекта по согласованию с заказчиком ПД.

5.7.2 Риск по определению содержит в себе две координаты — вероятность и последствия и его наиболее удобный математический аналог — «вектор». Поэтому значение риска — длина двухмерного вектора, у которого координата П — последствия отказа, а координата В — вероятность отказа, оцениваемые в баллах от 0 до 25.

Значение риска R рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{В^2 + П^2}\,. \qquad (2)$$

Риски для ПТ могут быть размещены на матрице рисков размерностью 25×25 ячеек. По шкале «X» — вероятность, по шкале «Y» —последствия. Отнесение ПТ к категории на матрице рисков (рисунок 1) можно производить в соответствии с окраской. На матрице рисков (рисунок 1) окраска соответствует распределению риска по значению, указанному в таблице 5.

Рекомендуется для уточнения распределения ПТ по категориям риска оценить риски для нескольких существующих активов заказчика ПТ и по результатам внести корректировки в интервалы значений риска в таблице 5 на основании сравнения с принятой у заказчика ПД классификацией.

При наличии у заказчика ПД на ПТ внутренних нормативных документов, предусматривающих иную балльную систему оценки рисков, она может применяться и при реализации требований настоящего свода правил. При этом важно обеспечить переход от внутренней системы оценки рисков к распределению ПТ на категории в соответствии с таблицей 5.

5.7.3 Категория ПТ присваивается по максимальному риску, связанному с одним из риск-образующих событий, которые могут произойти в процессе его эксплуатации.

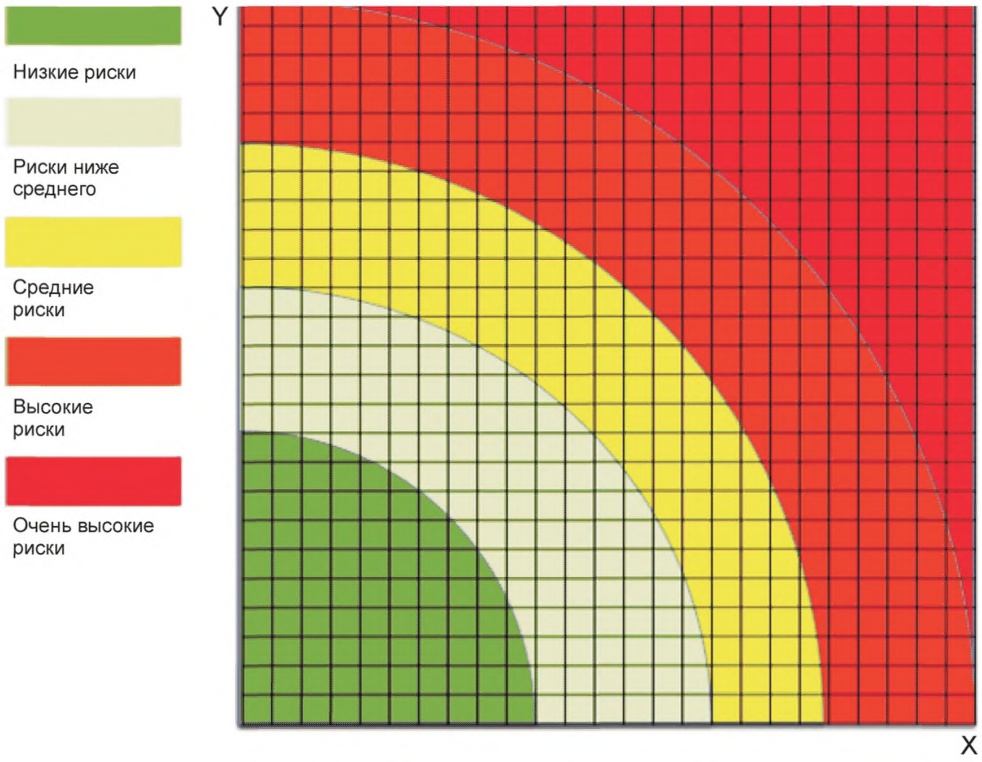

Рисунок 1 — Матрица рисков по категориям ПТ

6 Правила управления эксплуатационными рисками промысловых трубопроводов

Результаты оценки рисков ПТ на стадии разработки ПД и при дальнейшей эксплуатации могут применяться:

- для определения периодичности и объема ремонта, капитального ремонта, технического диагностирования и ревизии:

ПТ 1-й категории риска — меры по техническому диагностированию и ревизии в объемах, обеспечивающих отсутствие отказов с реализацией принципа проведения планово-предупредительных мероприятий (диагностика, ТО, ремонт, капитальный ремонт, ревизия, замена) в объемах, превышающих требования ПД, изготовителей оборудования и действующих нормативных документов;

ПТ 2-й категории риска — обеспечиваются мероприятиями в соответствии с требованиями технической документации на единицы оборудования и дополнительными работами в области технического диагностирования, постоянного визуального контроля технического состояния и приборного контроля технологических параметров;

ПТ 3-й категории риска — обслуживаются аналогично ПТ 2-й категории с оптимизацией периодичности объемов работ на основании опыта эксплуатации;

ПТ 4-й и ниже категорий риска — могут эксплуатироваться по реализации мер по ремонту и ТО «по техническому состоянию»;

ПТ 5-й категории риска — эксплуатируются до отказа. По факту отказа проводятся работы по восстановлению работоспособности;

- для разработки ранжированного по рискам перечня мероприятий по поддержанию работоспособности и приведению в нормативное состояние ПТ в процессе эксплуатации;

- для расчета инвестиций (физических объемов работ) на восстановление работоспособности ПТ с целью вывода из состояния бездействия, реконструкции действующих ПТ и обустройства новых месторождений нефти и газа;

- для формирования неснижаемого запаса запасных частей и материалов;
- для разработки проектной документации на ПТ;
- для выполнения иных видов работ на протяжении жизненного цикла ПТ.

Рекомендации по проектным решениям и эксплуатации ПТ выполненные на основе оценки рисков ПТ — дополнение к требованиям действующих нормативных документов.

6.1 Управление рисками при оценке технических решений

6.1.1 Эксплуатационные риски ПТ, связанные с реализацией риск-образующих событий согласно 5.2 и их последствиями согласно 5.3, управляются по четырем стратегиям:

стратегия 1 «Принять к сведению» — не предусматривает разработку дополнительных по отношению к ОТР проектных решений и мероприятий по эксплуатации ПТ;

стратегия 2 «Мониторинг» — не предусматривает разработку дополнительных проектных решений, но обязывает разработчика проектной документации вносить корректировки в ОТР и требования по эксплуатации ПТ, обеспечивающие:

- техническую возможность диагностирования дефектов или иных отклонений ПТ от проектных параметров, которые могут привести к реализации риск-образующего события;
- ремонтопригодность ПТ в случае отказа из-за реализации риск-образующего события;

стратегия 3 «Сокращение» — обязывает разработчика проектной документации при разработке ОТР предусматривать выбор оборудования, материалов и изделий, решений по генеральному плану, способы прокладки трубопровода, системы КИПиА, системы защиты от различных воздействий и т.п., обеспечивающие выполнение требований заказчика проектной документации к проектируемому ПТ в части надежности и срока службы, а также переводит рассматриваемый риск в более низкую категорию, для которой применима стратегия 2 «Мониторинг»;

стратегия 4 «Устранение» — требует изменения ОТР и разработки проектных решений и требований к эксплуатации ПТ, которые переводят ПТ на более низкую категорию риска, для которой применима стратегия 2 «Мониторинг». Измененные ОТР и требования по эксплуатации ПТ должны содержать проектные решения:

- предупреждающие возможность реализации риск-образующего события (материал, конструкция, технологический режим и требования к безопасной эксплуатации);
- предусматривающие своевременное обнаружение риск-образующего события (диагностика, мониторинг, системы КИПиА, контроль трассы и осмотр);
- по минимизации негативных последствий в случае реализации риск-образующего события (локализация утечки, пожаротушение и взрывобезопасность, ограничение доступа третьих лиц, аварийная остановка ПТ, план ликвидации аварий и оснащенность эксплуатирующей организации техническими средствами и обученным персоналом и т.п.);
- по эвакуации персонала и третьих лиц из района аварии (отказа), описание доступных на современном уровне методов ликвидации последствий утечки (очистка акваторий, рекультивация земель и т.п.).

У стратегии 4 возможен вариант усиления, когда не менее 1/2 принятых проектных решений по устранению риска должны быть дублированы.

6.1.2 Выбор стратегий управления рисками проводится отдельно для каждого риск-образующего события в зависимости от категории и значения риска, рассчитанного по формуле (2) 5.7.2. Соответствие между категорией риска и выбранной стратегией управления риском приведено в таблице 6.

Таблица 6

Стратегия управления риском	Категория риска	Значение риска, баллы
4 «Устранение» с дублированием не менее половины проектных решений по ликвидации риска	1 — Очень высокий	От 25 и более
4 «Устранение»	2 — Высокий	От 20 до 25
3 «Сокращение»	3 — Средний	От 15 до 20
2 «Мониторинг»	4 — Ниже среднего	От 10 до 15
1 «Принять к сведению»	5 — Низкий	От 0 до 10

6.1.3 Для каждого риск-фактора, который может привести к отказу проектируемого ПТ, должны быть предусмотрены проектные решения и требования к эксплуатации (таблица 7), устраняющие/снижающие негативные последствия и/или снижающие вероятность нарушения целостности ПТ. Проектные решения по снижению эксплуатационных рисков и повышению надежности ПТ разрабатываются в соответствии с действующими нормативными документами (НД) по проектированию и безопасной эксплуатации ПТ.

Таблица 7

Наименование риск-фактора	Проектные решения для минимизации риска, превышающие базовые требования нормативной документации
1 Внутренняя эрозия	Увеличение толщины стенки; снижение потенциально опасных участков за счет проектных решений
2 Внутренняя общая коррозия	Увеличение толщины стенки; ингибиторная защита; внутренняя изоляция; системы внутреннего коррозионного мониторинга; уменьшение потенциально опасных участков за счет проектных решений (технологическая защита от коррозии)
3 Внутренняя локальная коррозия различных видов	Увеличение толщины стенки; ингибиторная защита; внутренняя изоляция; системы внутреннего коррозионного мониторинга; уменьшение потенциально опасных участков за счет проектных решений (технологическая защита от коррозии)
4 Наличие сероводорода, растрескивание, блистеринг	Увеличение толщины стенки; применение трубной продукции с более высокими механическими свойствами металла и сварного соединения; предварительная очистка перекачиваемого продукта; системы внутреннего коррозионного мониторинга
5 Отсутствие/дефекты внешнего покрытия и/или отсутствие/неэффективная работа систем электрохимической защиты	Увеличение толщины стенки; изоляционные работы на трубопроводе; применение системы электрохимической защиты
6 Блуждающие токи	Применение системы электрохимической защиты
7 Наружная почвенная коррозия	Увеличение толщины стенки; применение системы электрохимической защиты; изоляционное покрытие
8 Внешняя коррозия в водной среде	Увеличение толщины стенки; применение системы электрохимической защиты
9 Наружное коррозионное растрескивание	Увеличение толщины стенки; применение трубной продукции с более высокими механическими свойствами металла и сварного соединения; применение системы электрохимической защиты
10 Атмосферная коррозия	Лакокрасочное покрытие
11 Строительный и металлургический брак	Увеличение объемов строительного контроля; увеличение давления гидроиспытания; увеличение толщины стенки; системы обнаружения утечек
12 Механические повреждения (риски, задиры, вмятины, гофры и т.п.) при строительстве или эксплуатации	Увеличение толщины стенки; увеличение объемов строительного контроля; увеличение давления гидроиспытания; системы обнаружения утечек; защитное композитное покрытие

Окончание таблицы 7

Наименование риск-фактора	Проектные решения для минимизации риска, превышающие базовые требования нормативной документации
13 Внешнее воздействие третьих сил (уязвимые участки)	Увеличение толщины стенки; увеличение глубины заложения трубопровода; инженерные системы защиты трубопровода от внешних воздействий (бетонные плиты, система труба в трубе, прокладка методом горизонтально-направленного бурения); системы обнаружения утечек; защита наружных элементов (ограждения, сигнализация); выделение и контроль охранной зоны; защитное композитное покрытие
14 Знакопеременные механические нагрузки	Увеличение толщины стенки; защитное композитное покрытие
15 Естественные напряжения, движения грунта, паводок	Увеличение толщины стенки; Компенсаторы
16 Пересечения водных преград	Увеличение толщины стенки; конструкция «труба в трубе»; прокладка методом горизонтально-направленного бурения; системы обнаружения утечек; защитное композитное покрытие
17 Потеря устойчивости (всплытие, выпучивание при прокладке в условиях вечной мерзлоты, просадка)	Увеличение объемов строительного контроля; системы закрепления трубопровода в проектном положении; теплоизоляционные покрытия
18 Пересечение и параллельное следование с коммуникациями (ЛЭП, трубопроводы и т.п.)	Увеличение глубины заложения; применение системы электрохимической защиты
19 Пересечение и параллельное следование с автомобильными и железными дорогами	Конструкция «труба в трубе»; увеличение толщины стенки; защита трубопровода бетонными плитами; применение системы электрохимической защиты трубопровода и защитного кожуха; системы контроля межтрубного пространства; системы обнаружения утечек; анализаторы атмосферного воздуха; дорожное барьерное ограждение; установка световозвращателей; установка предупреждающих знаков; системы аварийного ограничения движения на дороге; защитное композитное покрытие
20 Врезки, ремонт, ликвидация порывов	Увеличение толщины стенки; увеличение глубины заложения; системы обнаружения утечек
21 Нарушение технологического режима работы трубопровода	Увеличение толщины стенки системы защиты от превышения давления; автоматизированная система управления технологическим процессом
22 Природные воздействия	Увеличение толщины стенки; системы обнаружения утечек; системы мониторинга природных воздействий
23 Предумышленные противоправные воздействия третьих лиц, в т.ч. диверсия, теракт	Системы контроля и наблюдения

6.2 Управление рисками в процессе эксплуатации промысловых трубопроводов

6.2.1 В процессе эксплуатации ПТ эксплуатирующая организация выполняет работы по осмотру, ТО, диагностированию, борьбе с коррозией, предотвращению снижения пропускной способности и другими негативными факторами воздействия, ремонту и капитальному ремонту.

6.2.2 ОТР к ПТ должны содержать требования к эксплуатации и демонтажу/ликвидации объектов. Содержание, периодичность работ по осмотру, ТО и диагностированию должны быть определены на основе оценки эксплуатационных рисков, связанных с риск-образующими событиями и выбранной стратегией управления рисками по 6.1. Разработанные проектные решения по обеспечению безопасной эксплуатации ПТ должны быть отражены в ПД и в технологическом регламенте по эксплуатации ПТ или в ином документе, регламентирующем порядок и содержание работ по эксплуатации ПТ.

7 Идентификация, оценка и приоритизация эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов

7.1 Идентификация

7.1.1 Идентификация эксплуатационных рисков ПТ осуществляется в два этапа:

- на первом этапе ПТ делится на отдельные участки, для которых технологические режимы эксплуатации, экологические условия на трассе, конструкция и вспомогательные системы не имеют существенных отличий. Например, если часть трассы ПТ проходит через водную преграду, в водоохранной зоне или иной особо охраняемой природной территории, а другая часть расположена на территории без каких-либо ограничений в природопользовании, то такой ПТ должен быть разбит на два участка, трасса которых проходит по двум вышеописанным территориям. Также следует делить на участки ПТ в точках подключения других ПТ или при переходе от наземной прокладки на эстакаде к подземному исполнению;

- на втором этапе каждый участок ПТ анализируется на возможность реализации риск-образующих событий, перечисленных в 5.2. Кроме того, специалисты, которые проводят анализ, вправе сформулировать другие риск-образующие события, которые могут произойти на рассматриваемом ПТ в связи с его особенностями.

7.1.2 Результат идентификации эксплуатационных рисков фиксируется в виде таблицы идентифицированных рисков (таблица 8).

Таблица 8 — Перечень идентифицированных риск-образующих событий, которые могут произойти в процессе эксплуатации ПТ

Риск-образующее событие	Вероятность события на участке				
	ПТ - 1	ПТ - 2			ПТ - *n*
1	Да	Да			Да
2	Да	Нет			Нет
3	Нет	Да			Да
N	Да	Да			Нет

7.2 Оценка и приоритизация

7.2.1 Оценка эксплуатационных рисков ПТ проводится экспертным определением вероятности наступления риск-образующих событий идентифицированных в соответствии с 7.1. Вероятность определяется в соответствии с 5.5, а последствия по 5.6. Расчет значения риска проводится согласно 5.7.2.

7.2.2 Приоритизация эксплуатационных рисков проводится выбором одной из четырех доступных стратегий управления рисками в соответствии с 6.1. Результаты оценки и приоритизации рисков оформляются по форме, приведенной в таблице 9.

Таблица 9 — Результаты оценки и приоритизации эксплуатационных рисков ПТ

Риск	Участок ПТ - 1			
	Вероятность, балл	Последствия, балл	Значение риска	Принятая стратегия управления риском
Событие 1 (R_1)	6	10	11,7	2 «Мониторинг»
Событие 1 (R_2)	20	6	20,1	4 «Устранение»
Событие 3 (R_1)	—	—		1 «Принять к сведению»
Событие 3 (R_2)	—	—		2 «Мониторинг»
Событие *n* (R_1)	18	22	28,4	2 «Мониторинг»
Событие *n* (R_2)	18	22	28,4	4 «Устранение» с дублированием не менее ½ проектных решению по ликвидации риска

Риск	Участок ПТ — *n*			
	Вероятность, балл	Последствия, балл	Значение риска	Принятая стратегия управления риском
Событие 1 (R_1)	12	22	17,0	3 «Сокращение»
Событие 1 (R_2)	—	—		1 «Принять к сведению»
Событие 2 (R_1)	3	6	6,7	1 «Принять к сведению»
Событие 2 (R_2)	3	6	6,7	2 «Мониторинг»
Событие *n* (R_1)	4	24	24,3	4 «Устранение»
Событие *n* (R_2)	4	24	24,3	2 «Мониторинг»
Обозначение — «*n*» — порядковый номер.				

8 Правила риск-ориентированного выбора технических решений

8.1 При реализации риск-ориентированного выбора технических решений необходимо выполнять несколько основных правил. Основное значение разработки ПД ПТ с учетом рисков — формулирование в задании на проектирование ключевых показателей, определяющих требуемую для заказчика эксплуатационную надежность ПТ:

- допустимое число реализовавшихся риск-образующих событий (отказов) на протяжении всего срока службы ПТ;
- срок службы ПТ с учетом будущих экономически оправданных ремонтов и капитальных ремонтов ПТ;
- срок до первого ремонта ПТ, т.е. срок службы ПТ, когда безотказная эксплуатация обеспечивается только осмотрами, техническим обслуживанием, борьбой с коррозией и другими негативными воздействиями на ПТ;
- уровень приемлемости последствий реализации риск-образующих событий для окружающей среды, персонала, населения, охраны труда, имиджа компании, производственных потерь (см. таблицу 4).

Приведенные выше показатели определяют большинство проектных решений и требований по безопасной эксплуатации ПТ. Кроме того, показатели эксплуатационной надежности должны соответствовать потребностям заказчика ПД и не превышать технически доступный уровень, соответствующий лучшим мировым практикам.

8.2 В зависимости от сопоставления срока до первого ремонта и срока службы ПТ в рамках ОТР должны быть предусмотрены решения по обеспечению ремонтопригодности ПТ, в т.ч. отдельных его элементов и единиц оборудования. Также должна бать предусмотрена возможность замены проектируемого ПТ по факту окончания срока службы.

8.3 Оценка экономической эффективности и воздействия на риски различных вариантов ПТ, рассмотренных в ОТР, проводится с учетом требований по безопасной эксплуатации в рамках операци-

онной деятельности по защитным мероприятиям, ТО, ремонту и капитальному ремонту и с учетом ущерба от реализовавшихся рисков (отказов).

8.4 Экономическая эффективность ОТР оценивается с учетом срока службы проектируемых ПТ и плановой потребностью в замене и реконструкции на протяжении жизненного цикла актива (месторождения нефти и газа).

9 Процесс риск-ориентированного выбора технических решений

9.1 Процесс риск-ориентированного выбора технических решений предусматривает обоснованный выбор необходимых технических решений и требований к эксплуатации на основе идентификации, оценки и приоритизации эксплуатационных рисков на протяжении всего жизненного цикла ПТ.

9.2 Применение риск-ориентированного выбора обеспечивает необходимую для заказчика ПД эксплуатационную надежность ПТ в случаях, когда:

- ПТ по формальным признакам имеет низкую категорию;
- действующие НД проектирования и эксплуатации ПТ не требуют дополнительных решений по повышению надежности;
- из-за тех или иных особенностей ПТ (трасса, экологическая значимость района, потенциальный материальный или социальный ущерб) риски велики и не приемлемы для эксплуатирующей организации/заказчика.

9.3 Этапы процесса выполнения ПИР с реализацией риск-ориентированного подхода

Процесс проектирования ПТ с применением риск-ориентированных подходов состоит из выполнения последовательных этапов и его результат — ОТР и требования к эксплуатации ПТ, которые должны быть применены в процессе разработки ПД, проведения пуско-наладочных работ и последующей эксплуатации.

Этапы процесса применения риск-ориентированных правил проектирования ПТ, очередность их выполнения и исполнители приведены в таблице 10.

Таблица 10

Этап	Содержание	Ответственный за выполнение
1 Разработка задания на проектирование с указанием необходимости реализации риск-ориентированного подхода	Для проектируемого ПТ в задании на проектирование следует указывать: - допустимое число реализовавшихся риск-образующих событий (отказов) на протяжении всего срока службы ПТ; - срок службы ПТ с учетом будущих экономически оправданных ремонтов и капитальных ремонтов ПТ; - срок до первого ремонта ПТ; - уровень приемлемости последствий отказов ПТ (материальный, социальный и экологический ущерб) Результат этапа: Задание на проектирование	Заказчик ПД
2 Разработка ОТР на ПТ	ОТР (типовые), в т.ч. по объектам-аналогам, соответствующие действующим НД. Результат этапа: Предварительные ОТР	Проектная организация
3 Разбить проектируемый ПТ на отдельные участки	Для целей идентификации, оценки и приоритизации рисков ПТ разбивается на участки, для каждого из которых эксплуатационные параметры и условия на трассе отличаются незначительно (см. 7.1). Результат этапа: Перечень участков ПТ с пикетами (начало, конец)	Проектная организация
4 Для каждого участка проектируемого ПТ идентифицировать риск-факторы	Риск-факторы в таблице 1 и иные по рекомендациям 5.2 оцениваются по возможности реализации на проектируемом ПТ. Результат этапа: Заполненная для ПТ таблица 8	Проектная организация*
5 Оценка, приоритизация рисков ПТ и выбор стратегии управления рисками	Для идентифицированных на этапе 4 риск-факторов: - оценка вероятности в баллах от 1 до 25 по таблице 3; - оценка вероятных последствий отказа в баллах от 1 до 25 из-за нарушения целостности ПТ с учетом видов последствий и вероятных сценариев по 5.3 и таблице 2. Баллы оцениваются по таблице 4; - рассчитать риск по формуле (2) 5.7.2 и отнести ПТ к одной из категорий риска по таблице 5; - выбор стратегии управления риском по таблице 6 в соответствии с категорией риска. Результат этапа: Заполненная для ПТ таблица 9	Проектная организация*
6 Корректировка ОТР ПТ с применением риск-ориентированных подходов	В соответствии с выбранной стратегией управления риском нарушения целостности и последующего отказа ПТ для риск-фактора разработать и предусмотреть в ПД применение проектного решения и/или требования к эксплуатации. Примерный перечень проектных решений приведен в таблице 7. Результат этапа: ОТР ПТ с применением риск-ориентированных подходов	Проектная организация
7 Контроль полноты и достаточности учета рисков нарушения целостности в ОТР на ПТ	Выполнить процедуру оценки и приоритизации рисков с учетом новых ОТР, разработанных на этапе 6 Результат этапа: верифицированные ОТР ПТ с применением риск-ориентированных подходов	Проектная организация

Окончание таблицы 10

Этап	Содержание	Ответственный за выполнение
8 Согласование ОТР ПТ с заказчиком ПД	Согласовать с заказчиком ПД ОТП ПТ, разработанные с применением настоящего свода правил. Результат этапа: Согласованные с заказчиком ПД ОТР ПТ с применением риск-ориентированных подходов	Проектная организация, Заказчик ПД
* Для выполнения работы следует привлекать специалистов заказчика ПД/эксплуатирующей организации и согласовать полученные результаты.		

Библиография

[1] СП 34-116-97 Инструкция по проектированию, строительству и реконструкции промысловых нефтегазопроводов

УДК 621.643 ОКС 91.010, 75.200

Ключевые слова: анализ риска, проектирование, промысловые трубопроводы, оценка и приоритизация эксплуатационных рисков промысловых трубопроводов

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Ю. Митрофанова*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 01.08.2018. Подписано в печать 16.08.2018. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,95.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 123001 Москва, Гранатный пер., 4.

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

gost.e-ecolog.ru