ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70841— 2023 (ИСО 14224:2016)

Нефтяная и газовая промышленность

СБОР И ОБМЕН ДАННЫМИ ПО НАДЕЖНОСТИ И ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ

(ISO 14224:2016, Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «Газпром морские проекты» (ООО «Газпром морские проекты») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 023 «Нефтяная и газовая промышленность»

3 УТВЕРЖДЕН и ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 августа 2023 г. № 618-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 14224:2016 «Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Сбор и обмен данными по надежности и техническому обслуживанию оборудования» (ISO 14224:2016 «Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment», MOD) путем включения в него дополнительных терминов, используемых в тексте стандарта для учета особенностей российской национальной стандартизации, а также путем изменения отдельных фраз (слов, значений показателей, ссылок), которые выделены по тексту курсивом.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Дополнительные термины, примененные по тексту настоящего стандарта, приведены в дополнительном приложении ДА.

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© ISO, 2016
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 6
4 Сокращения 19
5 Основные положения 20
5.1 Рассматриваемое оборудование 20
5.2 Временные периоды 21
5.3 Применение настоящего стандарта 21
5.4 Ограничения 21
5.5 Обмен данными по надежности и техническому обслуживанию 22
6 Преимущества сбора и обмена данными по надежности и техническому обслуживанию 23
7 Качество данных 25
7.1 Получение данных необходимого качества 25
7.2 Процесс сбора данных 27
8 Номенклатура оборудования, периодичность сбора данных 28
8.1 Границы 28
8.2 Таксономия 29
8.3 Временные периоды 32
9 Требования к данным по оборудованию, отказам и техническому обслуживанию 34
9.1 Категории данных 34
9.2 Формат данных 35
9.3 Структура базы данных 35
9.4 Данные по оборудованию 36
9.5 Данные об отказе 39
9.6 Данные по техническому обслуживанию 40
Приложение А (справочное) Характеристики классов оборудования 45
Приложение В (справочное) Интерпретация и учет параметров отказов и технического обслуживания 167
Приложение С (справочное) Руководство по интерпретации и оценке расчетных параметров надежности и технического обслуживания 196
Приложение D (справочное) Типовые требования к данным 214
Приложение Е (справочное) Ключевые показатели эффективности и сравнительный анализ по исходным данным 222
Приложение F (справочное) Классификация и определение критических отказов 234
Приложение ДА (справочное) Дополнительные термины 241
Приложение ДБ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 243
Библиография 244

Введение

В нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности пристальное внимание уделяется вопросам безопасности, готовности, безотказности и ремонтопригодности оборудования. Годовые потери промышленности из-за неподготовленности оборудования внушительные несмотря на то, что многие владельцы предприятий улучшили готовность производственных объектов, принимая действенные меры к решению этой задачи. Обеспечение экономически эффективного проектирования и технического обслуживания новых и действующих установок является особо важным в масштабах промышленности. В этой связи данные по отказам, механизмам отказов и техническому обслуживанию, относящиеся к этим производственным установкам и технологическим операциям, также имеют большую значимость. Необходимо обеспечить использование данной информации и обмен ею между различными компаниями и внутри одной компании. Для оценки риска персонала и окружающей среды, а также для анализа производительности установки или системы используют различные методики анализа. Эффективность и результативность таких анализов критически зависит от наличия данных по надежности и техническому обслуживанию оборудования.

Для проведения таких анализов необходимо иметь точную информацию о технических характеристиках оборудования, его производственных и природно-климатических условиях эксплуатации, возможных отказах, работах по техническому обслуживанию. Для получения обоснованных результатов и обеспечения управленческих решений могут потребоваться данные за несколько лет эксплуатации. Таким образом, сбор данных необходимо рассматривать как долговременный процесс, планируемый и выполняемый в соответствии с поставленными целями. В то же время точное понимание причин отказов является ключевым для определения и выполнения приоритетных корректирующих мероприятий, которые приведут к устойчивому усовершенствованию показателей готовности, обеспечивая рост экономической эффективности и безопасности.

Сбор данных представляет собой инвестицию в развитие промышленности. Использование данных в стандартизованном формате в совокупности с системами управления данными, обеспечивающими электронный сбор и передачу данных, может повысить качество данных по надежности и техническому обслуживанию. Экономически эффективный путь оптимизации требований к данным — это отраслевое сотрудничество. Стандартизация процедур сбора данных упрощает обмен информацией между соответствующими сторонами (эксплуатирующие организации, владельцы, производители и подрядчики во всем мире).

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нефтяная и газовая промышленность

СБОР И ОБМЕН ДАННЫМИ ПО НАДЕЖНОСТИ И ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ

Petroleum and natural gas industries. Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment

Дата введения — 2023—09—04

1 Область применения

Настоящий стандарт представляет комплексную основу для сбора данных по надежности и техническому обслуживанию оборудования в стандартном формате для всех установок и операций в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности на протяжении всего жизненного цикла оборудования. Настоящий стандарт устанавливает принципы сбора данных, соответствующие термины и определения. Определения видов отказов, приведенные в разделе 2, могут быть использованы в качестве терминологического справочника по надежности для различных количественных и качественных применений. Настоящий стандарт также определяет подходы к управлению качеством данных и процедуры обеспечения качества данных, предоставляя таким образом руководство для пользователей.

Стандартизация процедур сбора данных упрощает обмен информацией между соответствующими сторонами (эксплуатирующие организации, владельцы, производители и подрядчики). Настоящий стандарт также устанавливает общие положения по определению критериев и требований обеспечения эффективности производства в области надежности и работоспособности оборудования.

Сводная информация об оборудовании, рассматриваемом в настоящем стандарте, приведена в приложении А.

Настоящий стандарт устанавливает минимальный объем данных, который должен быть подготовлен в процессе сбора. В настоящем стандарте основное внимание уделяется двум основным вопросам:

- требованиям к данным (по категориям данных), собираемым для соблюдения различных методик анализа;
- стандартному формату данных для упрощения обмена данными по надежности и техническому обслуживанию между эксплуатирующими организациями, владельцами, производителями и подрядчиками.

Основными категориями данных, подлежащих сбору, являются:

a) данные по оборудованию (например, таксономия, характеристики оборудования);

b) данные об отказе (например, причина отказа, последствия отказа);

c) данные по техническому обслуживанию (например, состав работ по техническому обслуживанию, использованные ресурсы, результат технического обслуживания, продолжительность простоя).

Примечание — Дополнительная информация по содержанию и формату данных приведена в разделе 9.

Указанные данные используют в следующих основных областях:

1) надежность (например, случаи отказов и механизмы отказов);

2) готовность/эффективность (например, готовность оборудования, готовность системы, готовность производственного объекта);

Издание официальное

3) техническое обслуживание (например, корректирующее и профилактическое техническое обслуживание, план технического обслуживания, обеспечение технического обслуживания);

4) безопасность и окружающая среда [например, отказы оборудования, вызывающие последствия, влияющие на безопасность и (или) окружающую среду].

Настоящий стандарт не распространяется:

- на данные по (прямым) затратам;
- данные лабораторных испытаний и производства (например, ускоренное испытание на долговечность) (см. 5.2);
- полные опросные листы (спецификации) на оборудование (в настоящем стандарте рассмотрены только данные, относящиеся к показателям надежности);
- дополнительные данные, которые оператор в индивидуальном порядке может посчитать полезными для эксплуатации и технического обслуживания оборудования;
- методы анализа и применения данных по надежности и техническому обслуживанию (однако принципы расчетов базовых показателей надежности и технического обслуживания приведены в приложениях A—F).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 14254—2015 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 29322 (IEC 60038:2009) Напряжения стандартные

ГОСТ 30830—2002 (МЭК 60076-1—93) Трансформаторы силовые. Часть 1. Общие положения

ГОСТ 31420 (ISO 8528-10:1998) Шум машин. Электроагрегаты генераторные переменного тока с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Измерение шума методом охватывающей поверхности

ГОСТ 31446 (ISO 11960:2014) Трубы стальные обсадные и насосно-компрессорные для нефтяной и газовой промышленности. Общие технические условия

ГОСТ 31610.0 (IEC 60079-0:2011) Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования

ГОСТ 31842 (ISO 16812:2007) Нефтяная и газовая промышленность. Теплообменники кожухотрубчатые. Технические требования

ГОСТ 31843 (ISO 13707:2000) Нефтяная и газовая промышленность. Компрессоры поршневые. Общие технические требования

ГОСТ 31996 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия

ГОСТ 32601 (ISO 13709:2009) Насосы центробежные для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. Общие технические требования

ГОСТ 32696 (ISO 11961:2008) Трубы стальные бурильные для нефтяной и газовой промышленности. Технические условия

ГОСТ 33257—2015 Арматура трубопроводная. Методы контроля и испытаний

ГОСТ 33852 Арматура трубопроводная. Задвижки шиберные для магистральных нефтепроводов. Общие технические условия

ГОСТ 34029 Арматура трубопроводная. Арматура обратная для магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Общие технические условия

ГОСТ 34182 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Эксплуатация и техническое обслуживание. Основные положения

ГОСТ IEC 60034-1 Машины электрические вращающиеся. Часть 1. Номинальные значения параметров и эксплуатационные характеристики

ГОСТ IEC 60034-12 Машины электрические вращающиеся. Часть 12. Пусковые характеристики односкоростных трехфазных двигателей с короткозамкнутым ротором

ГОСТ IEC 60079-1 Взрывоопасные среды. Часть 1. Оборудование с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемые оболочки «d»»

ГОСТ IEC 60079-2 Взрывоопасные среды. Часть 2. Оборудование с видом взрывозащиты заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением «p»

ГОСТ IEC 60227-1 Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Часть 1. Общие требования

ГОСТ IEC 60227-2 Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Часть 2. Методы испытаний

ГОСТ IEC 60227-3 Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Кабели без оболочки для стационарной прокладки

ГОСТ IEC 60227-4 Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Кабели в оболочке для стационарной прокладки

ГОСТ IEC 60227-5 Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Часть 5. Гибкие кабели (шнуры)

ГОСТ IEC 60227-6 Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Лифтовые кабели и кабели для гибких соединений

ГОСТ IEC 60227-7 Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Часть 7. Кабели гибкие экранированные и неэкранированные с двумя или более токопроводящими жилами

ГОСТ IEC 60947-4-1 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контакторы и пускатели. Электромеханические контакторы и пускатели

ГОСТ IEC 61439-1 Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Общие требования

ГОСТ IEC 61508-3 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению

ГОСТ ISO 3977-3 Турбины газовые. Технические условия на закупку. Часть 3. Требования к проектированию

ГОСТ ISO 3977-4 Турбины газовые. Технические условия на закупку. Часть 4. Топливо и условия окружающей среды

ГОСТ ISO 8528-5 Электроагрегаты генераторные переменного тока с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Часть 5. Электроагрегаты

ГОСТ ISO 8528-6 Электроагрегаты генераторные переменного тока с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Часть 6. Методы испытаний

ГОСТ ISO 8528-8 Электроагрегаты генераторные переменного тока с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Часть 8. Электроагрегаты малой мощности. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ ISO 8528-12 Электроагрегаты генераторные переменного тока с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Часть 12. Аварийные источники питания для служб обеспечения безопасности

ГОСТ ISO 10417 Нефтяная и газовая промышленность. Системы скважинных предохранительных клапанов. Проектирование, установка, эксплуатация и восстановление. Общие технические требования

ГОСТ ISO 10432 Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование скважинное. Скважинный предохранительный клапан с оснасткой. Общие технические требования

ГОСТ ISO 13706 Аппараты с воздушным охлаждением. Общие технические требования

ГОСТ ISO 14310 Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование скважинное. Пакеры и мостовые пробки. Общие технические требования

ГОСТ ISO 15547-2 Промышленность нефтяная, нефтехимическая и газовая. Теплообменники пластинчатого типа. Часть 2. Теплообменники паяные алюминиевые с пластинчатым оребрением

ГОСТ ISO 16070 Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование скважинное. Оправки установочные и посадочные ниппели. Общие технические требования

ГОСТ ISO 17769-1 Насосы жидкостные и установки. Основные термины, определения, количественные величины, буквенные обозначения и единицы измерения. Часть 1. Жидкостные насосы

ГОСТ Р 27.302 Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей

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

ГОСТ Р 27.601 Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание и его обеспечение

ГОСТ Р 27.606 Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность

ГОСТ Р 51365 (ISO 10423:2003) Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование для бурения и добычи. Оборудование устья скважины и фонтанное устьевое оборудование. Общие технические требования

ГОСТ Р 51524 (МЭК 61800-3:2012) Совместимость технических средств электромагнитная. Системы электрического привода с регулируемой скоростью. Часть 3. Требования ЭМС и специальные методы испытаний

ГОСТ Р 51852 (ИСО 3977-1-97) Установки газотурбинные. Термины и определения

ГОСТ Р 51901.5 (МЭК 60300-3-1:2003) Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности

ГОСТ Р 51901.16 (МЭК 61164:2004) Менеджмент риска. Повышение надежности. Статистические критерии и методы оценки

ГОСТ Р 52200 (ИСО 3977-2:1997) Установки газотурбинные. Нормальные условия и номинальные показатели

ГОСТ Р 53986 (ИСО 8528-3:2005) Электроагрегаты генераторные переменного тока с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Часть 3. Генераторы переменного тока

ГОСТ Р 53987 Электроагрегаты генераторные переменного тока с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Часть 1. Применение, технические характеристики и параметры

ГОСТ Р 54419 (МЭК 60076-12:2008) Трансформаторы силовые. Часть 12. Руководство по нагрузке сухого трансформатора

ГОСТ Р 54483 (ИСО 19900:2015) Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Общие требования

ГОСТ Р 54802 (ИСО 13631:2002) Нефтяная и газовая промышленность. Компрессоры поршневые газовые агрегатированные. Технические требования

ГОСТ Р 54827 (МЭК 60076-11:2004) Трансформаторы сухие. Общие технические условия

ГОСТ Р 55025 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение от 6 до 35 кВ включительно. Общие технические условия

ГОСТ Р 55190 (МЭК 62271-200:2003) Устройства комплектные распределительные в металлической оболочке (КРУ) на номинальное напряжение до 35 кВ. Общие технические условия

ГОСТ Р 55716 Коммутационная аппаратура высокого напряжения. Общие технические условия

ГОСТ Р 55798 (ИСО 2314:2009) Установки газотурбинные. Методы испытаний. Приемочные испытания

ГОСТ Р 55849 (ИСО 15136-1:2009) Нефтяная и газовая промышленность. Системы винтовых насосов для механизированной добычи. Часть 1. Насосы. Общие технические требования

ГОСТ Р 56001 Арматура трубопроводная для объектов газовой промышленности. Общие технические условия

ГОСТ Р 56738 (МЭК 60076-3:2013) Трансформаторы силовые и реакторы. Требования и методы испытаний электрической прочности изоляции

ГОСТ Р 58771 Менеджмент риска. Технологии оценки риска

ГОСТ Р 58773 (ИСО 19901-7:2013) Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Системы позиционирования плавучих сооружений

ГОСТ Р 59305 (ИСО 13628-1:2005) Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 1. Общие требования и рекомендации

ГОСТ Р ИСО 8528-2 Электроагрегаты генераторные переменного тока с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Часть 2. Двигатели внутреннего сгорания

ГОСТ Р ИСО 8528-7 Электроагрегаты генераторные переменного тока с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Часть 7. Технические данные для описания и расчета

ГОСТ Р ИСО 13053-1 Статистические методы. Количественные методы улучшения процессов «Шесть сигм». Часть 1. Методология DMAIC

ГОСТ Р ИСО 13628-4 Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация подводных эксплуатационных систем. Часть 4. Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

ГОСТ Р ИСО 13679 Трубы стальные обсадные и насосно-компрессорные для нефтяной и газовой промышленности. Методы испытаний резьбовых соединений

ГОСТ Р ИСО 13703 Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и монтаж трубопроводных систем на морских добывающих платформах

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

ГОСТ Р ИСО 15547-1 Нефтяная и газовая промышленность. Пластинчатые теплообменники. Технические требования

ГОСТ Р ИСО 15926-2—2010 Системы промышленной автоматизации и интеграция. Интеграция данных жизненного цикла для перерабатывающих предприятий, включая нефтяные и газовые производственные предприятия. Часть 2. Модель данных

ГОСТ Р ИСО 17776 Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Способы и методы идентификации опасностей и оценки риска. Основные положения

ГОСТ Р ИСО 20815—2013 Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Управление обеспечением эффективности производства и надежностью

ГОСТ Р ИСО 28460 Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения и оборудование для сжиженного природного газа. Порядок взаимодействия судно—берег и портовые операции

ГОСТ Р ИСО 31000—2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство

ГОСТ Р МЭК 60085 Электрическая изоляция. Классификация и обозначение по термическим свойствам

ГОСТ Р МЭК 60300-3-3 Надежность в технике. Менеджмент надежности. Стоимость жизненного цикла

ГОСТ Р МЭК 60840 Кабели силовые с экструдированной изоляцией и арматура к ним на номинальное напряжение свыше 30 кВ (U_m = 36 кВ) до 150 кВ (U_m = 170 кВ). Методы испытаний и требования к ним

ГОСТ Р МЭК 61078 Надежность в технике. Структурная схема надежности

ГОСТ Р МЭК 61131-1 Контроллеры программируемые. Часть 1. Общая информация

ГОСТ Р МЭК 61165 Надежность в технике. Применение марковских методов

ГОСТ Р МЭК 61508-1 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 61508-2 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 2. Требования к системам

ГОСТ Р МЭК 61508-4—2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 4. Термины и определения

ГОСТ Р МЭК 61508-5 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 5. Рекомендации по применению методов определения уровней полноты безопасности

ГОСТ Р МЭК 61508-6—2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 6. Руководство по применению ГОСТ Р МЭК 61508-2 и ГОСТ Р МЭК 61508-3

ГОСТ Р МЭК 61508-7 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 7. Методы и средства

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

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

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

ГОСТ Р МЭК 61800-1 Системы силовых электроприводов с регулируемой скоростью. Часть 1. Общие требования. Номинальные технические характеристики низковольтных систем электроприводов постоянного тока с регулируемой скоростью

ГОСТ Р МЭК 61800-2 Системы силовых электроприводов с регулируемой скоростью. Часть 2. Общие требования. Номинальные технические характеристики низковольтных систем силовых электроприводов переменного тока с регулируемой частотой

ГОСТ Р МЭК 61800-4 Системы силовых электроприводов с регулируемой скоростью. Часть 4. Общие требования. Номинальные технические характеристики систем силовых приводов переменного тока свыше 1000 В и не более 35 кВ

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ ISO 17769-1* (в части насосного оборудования), а также следующие термины с соответствующими определениями.

Примечание — Отдельные расчетные показатели надежности и технического обслуживания, определяемые на основе собираемых данных по надежности и техническому обслуживанию и применяемые в настоящем стандарте, приведены в ссылках приложения С.

3.1 **ведомость технического обслуживания** (maintenance record): Часть документации по техническому обслуживанию объекта, содержащая информацию об отказах, неисправностях и работах по техническому обслуживанию.

Примечание — Данная ведомость может также включать информацию о затратах на техническое обслуживание, о готовности объекта, продолжительности работоспособного состояния объекта и другую применимую информацию.

3.2 **вид оборудования** (equipment unit): Отдельное оборудование одного класса, имеющее границу.

Примечания

1 Вид оборудования определен на классификационном уровне 6 таксономии оборудования, приведенной на рисунке 3.

2 Рекомендации по определению границ видов оборудования приведены в А.1.2 (приложение А).

3 Рекомендованные границы для отдельных видов оборудования приведены в приложении А.

3.3

вид отказа (failure mode): Единица классификации отказов на основе установленных критериев: особенностей, причины, последствий отказа, функции, способность выполнения которой утрачена в результате отказа или изменения состояния объекта.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 39]

3.4

готовность (объекта) [availability (of item)]: Способность объекта выполнять требуемые функции в заданных условиях, в заданный момент или период времени при условии, что все необходимые внешние ресурсы обеспечены.

Примечания

1 Надежность объекта и готовность объекта не зависят друг от друга.

2 Показатели готовности объекта функционально зависят от показателей безотказности, ремонтопригодности и восстанавливаемости объекта, а также от внешних условий, предусмотренных проектом.

3 Готовность может относиться как к функционирующему, так и к не функционирующему объекту.

4 Показателями готовности объекта являются коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности и коэффициент технического использования (см. пункты 106, 108 и 109).

5 См. также термин «состояние готовности» (пункт 16).

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 7]

3.5 **граница** (boundary): Область взаимодействия между объектом и другими объектами и окружающей средой.

3.6

данные о надежности (reliability data): Данные о безотказности, ремонтопригодности и поддержке технического обслуживания.

Примечание — Термин «данные о безотказности и ремонтопригодности (RM — reliability and maintainability)» применяется в ИСО 14224:2006.

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.42]

3.7

данные о техническом обслуживании (maintenance data): Данные, характеризующие плановые и фактически выполняемые операции технического обслуживания.

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.21]

3.8

данные об отказе (failure data): Данные, характеризующие возникновение события отказа.

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.11]

3.9 **данные по оборудованию** (equipment data): Технические, производственные параметры, характеризующие вид оборудования, и природно-климатические условия, при которых он может быть использован.

3.10

жизненный цикл (life cycle): Последовательность идентифицированных стадий существования, которые проходит объект от создания его концепции до распоряжения.

Пример — Типичная последовательность стадий жизненного цикла включает стадии концепции и определения, проектирования и разработки, изготовления, установки и ввода в эксплуатацию, эксплуатации и технического обслуживания, модернизации или увеличения ресурса, вывод из эксплуатации и распоряжение.

Примечание — В зависимости от особенностей применения объекта стадии жизненного цикла могут быть изменены.

[ГОСТ Р 27.101—2021, статья 6]

3.11 **запрос** (demand): Активация функции (включая функциональную, эксплуатационную и тестовую активацию).

Примечания

1 Детальное описание приведено в С.1.3.

2 Перечень критического для безопасности оборудования, подлежащего периодическому испытанию, приведен в F.3.

3 Также см. соответствующие определения в *[1]*: «средняя продолжительность подачи запроса» (3.1.38), «отказ запроса» (3.2.13), «характер запроса системы безопасности» (3.3.1).

3.12 **инвентарный номер** (tag number): Уникальный код, определяющий функцию и место расположения оборудования.

Примечания

1 Детальная дополнительная информация по определениям и интерпретации термина приведена в приложении С.

2 Обычно включает систему, в которую входит оборудование. Рассматриваемые системы показаны в таблице А.3.

3 Также включает функциональное место расположения в отдельных системах управления техническим обслуживанием.

4 Инвентарный номер присваивается оборудованию только для определенных функций и места расположения (см. также сноску «b» к таблице 5).

3.13

(мгновенная) интенсивность отказов (failure rate): Условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 90]

3.14 **класс оборудования** (equipment class): Класс видов оборудования схожего типа (например, все насосы).

Примечание — Данные по оборудованию, рассматриваемому в настоящем стандарте, приведены в приложении А.

3.15

концепция технического обслуживания и ремонта (maintenance concept and repair): Основополагающие принципы по организации и проведению технического обслуживания и ремонта.

[ГОСТ 18322—2016, статья 2.1.4]

3.16

корректирующее техническое обслуживание (corrective maintenance): Техническое обслуживание, выполняемое после обнаружения неисправности с целью возвращения объекта в работоспособное состояние.

[ГОСТ 18322—2016, статья 2.2.21]

3.17

критерии обеспечения эффективности производства; критерии эффективности (performance objectives): Характеристики, отражающие заданный уровень эффективности.

Примечание — Критерии эффективности могут быть количественными и качественными. Они не являются абсолютными требованиями и могут быть изменены из-за финансовых или технических ограничений.

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.32]

3.18 **критический для безопасности отказ** (safety critical failure): Скрытые критические отказы.

Пример — Отказы, обнаруживаемые при периодических испытаниях.

Примечание — Также см. термин «доля отказов» в F.4.1.

3.19 **критический отказ** (critical failure): Отказ, при котором вид оборудования утрачивает способность выполнения требуемой функции.

Примечание — Критические отказы включают отказы, вызывающие необходимость немедленных действий по останову требуемой функции, хотя фактически выполнение функции может быть продолжено в течение короткого интервала времени. Критический отказ приводит к необходимости непланового ремонта.

3.20 **критическое для безопасности оборудование** (safety critical equipment): Оборудование и объекты постоянного, временного или портативного оборудования, являющиеся значимыми для систем/функций безопасности.

3.21

логистическая задержка (logistic delay): Суммарное время, в течение которого не может проводиться техническое обслуживание вследствие необеспеченности необходимыми для его проведения ресурсами, за исключением каких-либо административных задержек.

Примечание — Логистические задержки могут быть вызваны, например, поездками на необслуживаемые установки; ожиданием запасных частей, специалистов, контрольно-испытательного оборудования и информации; задержки могут быть также обусловлены неприемлемыми условиями окружающей среды (например, неблагоприятными погодными условиями).

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.17]

3.22 **метод обнаружения** (detection method): Метод или мероприятие, позволяющие обнаружить отказ.

Примечание — Категории методов обнаружения (например, периодическое испытание или постоянный мониторинг технического состояния) приведены в таблице В.4.

3.23

механизм отказа (failure mechanism): Процесс, приводящий к отказу объекта.

Примечание — Процесс может быть физическим, химическим, биологическим, логическим или их сочетанием.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 58]

3.24

модернизация (modification): Работы, связанные с повышением технико-экономических показателей оборудования, здания, строения и сооружения.

[[2], пункт 2]

3.25

надежность (объекта) [dependability (of item)]: Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в заданных режимах, условиях применения, стратегиях технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Примечание — Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 5]

3.26

наработка (operating time): Продолжительность или объем работы объекта.

Примечание — Наработка может быть как непрерывной величиной (продолжительность работы в часах, километраж пробега и т. п.), так и дискретной величиной (число рабочих циклов, запусков и т. п.).

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 24]

3.27 **начальный отказ** (incipient failure): Недостаток в состоянии или характеристике объекта, который может ожидаемо привести к возникновению ухудшающего или критического отказа, если корректирующие воздействия не будут приняты.

Примечание — Для регистрации начальных отказов необходимо установить соответствующие критерии в отличие от тех случаев, когда состояние или характеристики не требуют корректирующих воздействий.

3.28

неисправное состояние (неисправность) [imperfect state (flaw)]: Состояние объекта, в котором хотя бы один параметр объекта не соответствует хотя бы одному из требований, установленных в документации на этот объект.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 13]

3.29 **некритический отказ** (non-critical failure): Отказ, при котором вид оборудования сохраняет способность выполнения требуемой функции.

Примечание — Некритические отказы подразделяют на ухудшающие и начальные (см. определения терминов «ухудшающий отказ» и «начальный отказ»).

3.30 **неопределенность (количественная)** (uncertainty): Невозможность точного определения существующего или прогнозного количественного значения.

Примечание — Неопределенность может иметь различные значения при сборе и обмене данными по надежности. Неопределенность может рассматриваться как степень изменчивости для выборки, что определяется как стохастическая (случайная) неопределенность. Неопределенность также может иметь субъективное значение (теоретико-познавательная неопределенность).

3.31

неработоспособное состояние (down state): Состояние объекта, в котором значение хотя бы одного из параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции, не соответствует требованиям документации на этот объект.

Примечания

1 Для сложных объектов возможно деление их неработоспособных состояний. При этом из множества неработоспособных состояний выделяют частично неработоспособные состояния, в которых объект способен частично выполнять требуемые функции.

2 Исправный объект всегда работоспособен, неисправный объект может быть как работоспособным, так и неработоспособным. Работоспособный объект может быть исправен и неисправен, неработоспособный объект всегда неисправен.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 15]

3.32

обеспечение техническим обслуживанием (maintenance support): Обеспечение объекта техническим обслуживанием с необходимыми ресурсами.

Примечание — Ресурсы включают человеческие ресурсы, оборудование, материалы, запасные части, аппаратуру, документацию и соответствующие системы информации.

[ГОСТ Р 27.101—2021, статья 5]

3.33

обслуживаемый объект (maintainable item): Объект, для которого техническое обслуживание предусмотрено документацией.

[ГОСТ 18322—2016, статья 2.1.12]

3.34 **общие данные по надежности** (generic reliability data): Данные по надежности, относящиеся к семействам схожего оборудования.

Примечание — См. D.5 и таблицу D.5.

3.35

объект (item): Предмет рассмотрения, на который распространяется терминология в области надежности.

Примечания

1 Объектом может быть сборочная единица, деталь, компонент, элемент, устройство, функциональная единица, оборудование, изделие, система, сооружение.

2 Объект может включать в себя аппаратные средства, программное обеспечение, персонал или их комбинации.

3 Объект может быть основным, резервируемым или резервным (см. пункты 123, 124 и 125).

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 1]

3.36 **оперативная продолжительность ремонта** (active repair time): Интервал времени, требуемый для выполнения ремонта.

Примечания

1 См. *[1]* (рисунки 5 и 6).

2 См. термин «средняя оперативная продолжительность ремонта» в 3.1.34 *[1]*, который определен как «ожидаемая оперативная продолжительность ремонта».

3.37

оперативная продолжительность технического обслуживания (active maintenance time): Продолжительность технического обслуживания без учета логистических задержек.

Примечания

1 Задержки по техническим причинам включаются в оперативную продолжительность технического обслуживания.

2 Более детальное описание и интерпретация периодов технического обслуживания приведены на рисунке 4 и в приложении С. Также см. рисунок 5 *[1]*.

3 Техническое обслуживание может быть проведено, когда оборудование продолжает выполнять требуемые функции.

[Адаптировано из *[3]*, статья 192-07-04]

3.38 **остановка (на ремонт)** (turnaround): Запланированное событие, включающее вывод из эксплуатации всей технологической установки для ремонта или модернизации.

Примечание — Также см. *ГОСТ Р ИСО 20815—2013 (таблица G.1).*

3.39

отказ (failure): Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Примечания

1 Отказ может быть полным или частичным.

2 Полный отказ характеризуется переходом объекта в неработоспособное состояние.

3 Частичный отказ характеризуется переходом объекта в частично неработоспособное состояние.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 36]

3.40

отказ по запросу (failure on demand): Отказ, который, вероятно, может наблюдаться при возникновении запроса.

Примечания

1 Отказ по запросу включает отказы, возникшие до подачи запроса, и отказы, вызванные подачей запроса.

2 Информация об испытаниях на скрытые отказы в системах безопасности приведена в разделе С.6.

3 Также см. определение «отказ вследствие запроса» (3.42).

4 Определение вероятности отказа по запросу приведено в 3.1.15 *[1]*.

5 Различные виды отказов используются для описания отказов по запросу (см. таблицы в В.2.6).

[Адаптировано из *[1]*]

3.41

отказ вследствие запроса (failure due to demand): Отказ, возникший после запроса.

Примечание — См. также 3.2.13 *[1]*.

[Адаптировано из *[1]*]

3.42

отказы общего вида (common mode failures): Отказы различных объектов, характеризующиеся одним и тем же видом отказа.

Примечания

1 У отказов общего вида могут быть различные причины.

2 Отказы общего вида могут быть также отказами по общей причине.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 60]

3.43

отказы по общей причине (common cause failures): Отказы различных объектов, возникающие вследствие одного события (отказа, ошибки персонала, внешнего или внутреннего воздействия), которые без рассмотрения причин считались бы независимыми.

Примечание — Отказы по общей причине могут быть также отказами общего вида.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 59]

3.44 **отключение** (trip): Переход оборудования (механизмов) из нормального рабочего состояния к полной остановке.

Примечания

1 Отключение — остановка, активируемая автоматически системой управления/мониторинга:

- фактическое отключение: остановка, произошедшая в результате фиксации системой управления превышения допустимых пределов рабочих параметров;
- ложное отключение: неожиданная остановка, произошедшая в результате отказа(ов) в системе управления/мониторинга или ошибки(ок), возникшей(их) в системе управления/мониторинга из-за действий пользователя или событий в окружающей среде.

2 Также см. 3.4.14 *[1]*.

3.45

ошибка (error): Несоответствие между расчетным, определенным визуально или измеренным значением либо состоянием и достоверным, заданным или теоретически правильным значением либо состоянием.

Примечания

1 Ошибка в системе может быть вызвана отказом одного или нескольких ее элементов или активацией системной ошибки.

1 Ошибка может быть вызвана неисправным объектом, например ошибка в расчете, сделанная неисправным средством вычислительной техники.

2 В настоящем стандарте термин «ошибка» также специально используется по отношению к программным и человеческим ошибкам.

[Адаптировано из *[3]*, статья 192-03-2]

3.46 **ошибка программного обеспечения** (software error): Неверный результат, полученный при использовании программного обеспечения.

Пример — Неверный код в программном обеспечении, приводящий к ошибке.

Примечания

1 Перечень соответствующих механизмов отказов оборудования приведен в таблице В.2.

2 Также см. В.3 и примечание 5 3.2.17 (систематический отказ) в *[1]*.

3 Также см. определение термина «ошибка» *(3.45)*.

3.47 **период наблюдения** (surveillance period): Интервал времени (календарное время) от начала до окончания сбора данных по надежности и техническому обслуживанию.

Примечания

1 Дополнительная информация приведена в приложении С.

2 Применительно к сбору данных период наблюдения входит в общую накопленную наработку (см. *3.26*).

3.48

периодическое испытание (periodic test): Запланированное действие, выполняемое через одинаковые промежутки времени для определения возможных скрытых отказов, которые могут возникнуть.

Примечания

1 Небезопасные скрытые отказы систем безопасности, которые не обнаруживаются посредством диагностических испытаний, могут быть выявлены при проведении периодических испытаний. Такие испытания называются проверочными в стандартах в области функциональной безопасности (например, *3.8.5 ГОСТ Р МЭК 61508-4—2012*).

2 Дополнительную информацию также см. в 3.4.9, 3.4.10 *[1]*.

[Адаптировано из *[1]*, пункт 3.4.8]

3.49 **план технического обслуживания** (maintenance plan): Документально оформленный набор задач, методов, ресурсов и технических средств, которые будут использованы в определенном порядке при проведении технического обслуживания конкретного изделия.

3.50

плановое техническое обслуживание (planned maintenance): Техническое обслуживание, предусмотренное в документации, выполняемое по установленному графику.

Примечание — Кроме операций, предусмотренных регламентом, плановое техническое обслуживание может включать некоторые операции по текущему техническому надзору за работой оборудования и/или по текущему эксплуатационному уходу, не предусмотренные регламентом.

[ГОСТ 18322—2016, статья 2.2.9]

3.51 **подвид** (subunit): Объекты в сборе, находящиеся в границе оборудования и обеспечивающие выполнение определенной функции для указанного вида оборудования для достижения заданной эффективности производства.

3.52

последствия отказа (failure effect): Явления, процессы, события и состояния, обусловленные возникновением отказа объекта.

Примечания

1 В некоторых случаях при анализе может быть необходимо рассмотреть отдельные виды отказов и их последствия.

2 Последствия отказа могут быть как внутри объекта, так и вне его.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 44]

3.53 **последствия технического обслуживания** (maintenance impact): Влияние технического обслуживания на функцию(ии) производственного объекта или оборудования.

Примечание — На уровне оборудования определены два класса последствий: критические и некритические; на уровне производственного объекта — три класса последствий: полные, частичные и нулевые.

3.54

причина отказа (failure cause): Явления, процессы, события и состояния, вызвавшие возникновение отказа объекта.

Примечания

1 Причины отказа могут быть как внутри объекта (внутренние причины), так и вне его (внешние причины).

2 Причиной отказа могут быть только внешние причины, предусмотренные проектом объекта. Внешние факторы, не предусмотренные проектом объекта, а также административные, логистические, организационные в качестве причины отказа не учитывают.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 43]

3.55 **прогнозное техническое обслуживание** (predictive maintenance): Техническое обслуживание, выполняемое по прогнозу технического состояния объекта, оцененного или рассчитанного на основе набора архивных данных и эксплуатационных параметров, известных для дальнейших периодов.

Примечание — См. 9.6, таблицы В.4, В.5 и также таблицу Е.3.

3.56

продолжительность состояния бездействия (idle time): Продолжительность периода времени, в течение которого объект находится в состоянии бездействия (см. рисунок Б.1).

[ГОСТ Р 27.101—2021, статья 20]

3.57 **продолжительность мобилизации** (mobilization time): Время обеспечения всеми необходимыми ресурсами для выполнения технического обслуживания.

Примечания

1 Время до начала технического обслуживания зависит от наличия ресурсов, например: запасных частей, инструментов, специалистов, судов обеспечения подводных работ.

2 См. рисунки 5—7 *[1]*.

3.58

продолжительность неработоспособного состояния; простой (down time): Интервал времени, в течение которого изделие находится в неработоспособном состоянии.

Примечание — Продолжительность неработоспособного состояния включает все потери времени, связанные с восстановлением работоспособного состояния изделия после отказа.

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.7]

3.59

продолжительность работоспособного состояния: (up time): Интервал времени, в течение которого изделие находится в работоспособном состоянии [*МЭК 60050-191:1990*].

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.49]

3.60

проектный срок службы (design life): Продолжительность эксплуатации, на которую спроектирована вся система.

Примечание — Следует различать понятия «проектный срок службы» и «средняя наработка до отказа» (3.1.25), которая предусматривает возникновение случаев отказа нескольких изделий в течение проектного срока службы системы при условии, что возможен их ремонт или замена.

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.5]

3.61

профилактическое техническое обслуживание (preventive maintenance): Плановое техническое обслуживание, выполняемое через определенные интервалы времени и направленное на поддержание работоспособного состояния объекта, на раннее выявление неисправностей и снижение вероятности отказов.

[ГОСТ 18322—2016, статья 2.2.20]

3.62

работоспособное состояние (up state): Состояние объекта, в котором значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативной и технической документации.

Примечания

1 Отсутствие необходимых внешних ресурсов может препятствовать работе объекта, но это не влияет на его пребывание в работоспособном состоянии.

2 См. примечание 2 к пункту 15.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 14]

3.63

рабочее состояние (operating state): Состояние объекта, в котором он выполняет хотя бы одну требуемую функцию.

Примечание — Работающий объект может находиться в работоспособном или в частично неработоспособном состоянии.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 17]

3.64

резервирование (redundancy): Наличие более одного средства, необходимого для выполнения требуемой функции [*МЭК 60050-191:1990*].

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.40]

3.65

ремонтопригодность (maintainability): Свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособности объекта путем технического обслуживания и ремонта.

[*ГОСТ Р 27.102—2021, статья 8*]

3.66

сегмент (разведки и добычи) «апстрим» (upstream): Бизнес-сегмент нефтяной промышленности, связанный с разведкой и добычей углеводородов.

Пример — Морское нефтегазодобывающее оборудование, буровое оборудование, суда подводно-технических работ.

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.48]

3.67

сегмент (переработки и сбыта) «даунстрим» (downstream): Бизнес-сегмент, как правило, нефтяной промышленности, связанный с постпроизводственными стадиями жизненного цикла продукции.

Пример — Очистка, транспортировка и маркетинг нефтепродуктов.

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.8]

Примечание — Постпроизводственные стадии могут включать глубокую переработку нефти и реализацию продукции нефтепереработки.

3.68

сегмент (транспортировки и логистики) «мидстрим» (midstream): Бизнес-сегмент нефтяной промышленности, связанный с первичными стадиями переработки, хранением и транспортировкой углеводородов.

Пример — Трубопроводный транспорт, терминалы, очистка и подготовка газа к транспортировке, производство сжиженного природного газа (СПГ), сжиженного нефтяного газа (СНГ) и синтетического жидкого топлива (СЖТ).

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.27]

3.69 **сегмент нефтехимии и газохимии** (petrochemical): Сегмент бизнеса, включающий производство химикатов из углеводородов, являющийся основой для производства пластмасс и другой связанной продукции.

Примечания

1 Производство метанола и полипропилена относится к нефтехимии и газохимии.

2 Дополнительная информация приведена в А.1.4.

3.70

система безопасности (safety system): Система, предназначенная для выполнения одной или нескольких функций безопасности.

Примечания

1 Термин «функция безопасности» определен как «функция, направленная на достижение или поддержание состояния безопасности по отношению к определенному опасному событию» (см. 3.1.6 *[1]*).

2 Системы с функциями безопасности определены в *[1]* (приложение А). Эти системы также указаны в таблице А.3.

[Адаптировано из *[1]*, пункт 3.1.7]

3.71

систематический отказ (systematic failure): Отказ, однозначно вызванный определенной причиной, которая может быть устранена только модификацией проекта или производственного процесса, правил эксплуатации и документации.

Примечания

1 Систематический отказ может быть воспроизведен путем преднамеренного создания условий, вызывающих отказ, например с целью определения причины отказа.

2 Систематический отказ является результатом систематической неисправности.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 49]

3.72

скрытая неисправность, необнаруженная неисправность (объекта) (latent fault): Существующая, но еще не выявленная неисправность.

Примечание — Скрытая неисправность может быть со временем выявлена в ходе профилактического технического обслуживания или при отказе системы.

[Адаптировано из *[3]*]

3.73

скрытый отказ (latent failure): Отказ, не обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования, но выявляемый при проведении технического обслуживания или специальными методами диагностирования.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 53]

3.74

случайный отказ (random failure): Отказ, возникающий случайным образом.

[Адаптировано из *[1]*]

3.75

состояние бездействия (idle state): Нерабочее состояние объекта.

Примечание — Объект, у которого функционируют некоторые системы, следует рассматривать как функционирующий.

[ГОСТ Р 27.101—2021, статья 19]

3.76

среднее время восстановления (mean restoration time): Математическое ожидание времени восстановления.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 100]

3.77 **среднее количество циклов на отказ** (mean cycles to failure): Ожидаемое количество циклов до отказа объекта.

Примечания

1 См. также С.3.4.

2 См. определение термина «цикл» (*3.96*).

3.78 **среднее количество циклов** (mean number of cycles): Математическое ожидание количества циклов в единицу времени.

Примечания

1 См. также С.3.4.

2 См. определение термина «цикл» (*3.96*).

3.79

средняя наработка до отказа (mean operating time to failure): Математическое ожидание наработки объекта до отказа.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 86]

3.80

средняя наработка между отказами (mean operating time between failures): Математическое ожидание наработки объекта между отказами.

Примечание — В случае, когда наработка между отказами подчиняется экспоненциальному распределению, ее называют средней наработкой на отказ и определяют как отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию количества его отказов в течение этой наработки.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 88]

3.81

средняя общая продолжительность ремонта (mean overall repairing time): Ожидаемый интервал времени, включающий:

- интервал времени до начала ремонта;
- оперативную продолжительность ремонта;
- интервал времени, потраченный на возвращение объекта в состояние готовности.

Примечание — См. рисунки 5—7 *[1]*.

[Адаптировано из *[1]*, пункт 3.1.33]

3.82

средняя оперативная продолжительность ремонта (mean active repair time): Ожидаемая оперативная продолжительность ремонта.

Примечания

1 Средняя продолжительность ремонта является ожидаемой эффективной продолжительностью ремонта.

2 Также см. определение термина «оперативная продолжительность ремонта».

[Адаптировано из *[1]*, пункт 3.1.34]

3.83

средняя продолжительность ремонта; MRT (mean repair time): Математическое ожидание продолжительности ремонта.

[ГОСТ Р 27.101—2021, статья 45]

3.84 **таксономия** (taxonomy): Системная классификация объектов в группы на основе параметров, являющихся общими для нескольких объектов.

3.85

техническое обслуживание; ТО (maintenance): Комплекс организационных мероприятий и технических операций, направленных на поддержание работоспособности (исправности) объекта и снижение вероятности его отказов при использовании по назначению, при хранении и транспортировании.

Примечание — Основные виды ТО:

- плановое ТО (другие отраслевые названия: профилактическое, регламентированное) — техническое обслуживание, выполнение которого осуществляется в соответствии с требованиями документации;
- внеплановое ТО (другие отраслевые названия: корректирующее, нерегламентированное) — техническое обслуживание, выполнение которого осуществляется по техническому состоянию объекта без предварительного назначения.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 62]

3.86 **техническое обслуживание по возможности** (opportunity maintenance): Техническое обслуживание объекта, выполняемое досрочно при возникновении незапланированной возможности.

3.87 **техническое обслуживание по техническому состоянию** (condition-based maintenance): Профилактическое техническое обслуживание, при котором контроль технического состояния выполняется с периодичностью, установленной в документации, а объем и момент начала технического обслуживания определяются техническим состоянием объекта.

3.88 **тип оборудования** (equipment type): Оборудование с одной или несколькими характеристиками, существенно отличающимися от характеристик другого оборудования, находящегося с ним в одном классе оборудования.

3.89

требования к обеспечению эффективности производства; требования эффективности (performance requirements): Требуемый минимальный уровень производительности системы.

Примечание — Как правило, эти требования количественные, но могут быть и качественными.

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, пункт 3.1.33]

3.90

требуемая функция (required function): Функция или сочетание функций изделия, которые рассматривают как необходимые для оказания услуги [*МЭК 60050-191:1990*].

[ГОСТ Р ИСО 20815—2013, статья 3.1.43]

3.91

трудоемкость технического обслуживания (ремонта) (maintenance man-hours): Трудозатраты на проведение одного технического обслуживания (ремонта) данного вида.

[ГОСТ 18322—2016, статья 2.1.29]

3.92

уровень разукрупнения [для технического обслуживания (ремонта)] (indenture level): Уровень разделения объекта на составные части с точки зрения технического обслуживания (ремонта).

Примечания

1 Уровень разукрупнения зависит от сложности структуры объекта, доступности его составных частей, квалификации ремонтного персонала и требований безопасности.

2 Примером уровня разукрупнения объекта может быть деталь или сборочная единица.

[ГОСТ 18322—2016, статья 2.1.7]

3.93 **усталость человека** (human fatigue): Состояние человека, характеризуемое потерей физиологических и психологических функций в результате продолжительного бодрствования, тяжелой работы, чрезмерной стимуляции, болезни или стресса.

Примечание — Усталость человека может быть связана с некоторыми причинами отказов в таблице В.3, например ошибкой оператора.

3.94 **ухудшающий отказ** (degraded failure): Отказ, не прекращающий выполнения основной(ых) функции(ий), но ухудшающий выполнение одной или нескольких функций.

Примечание — Отказ может быть постепенным, частичным или тем и другим. Ухудшение функции может означать различные комбинации пониженных, повышенных или ошибочных результатов. Обычно немедленный ремонт не требуется, однако с течением времени подобный отказ может развиться в критический отказ, если корректирующие воздействия не будут приняты.

3.95

целостность (integrity): Способность системы поддерживать свою форму, сохранять стабильность и работоспособное состояние при работе и использовании.

[ГОСТ Р 27.015—2019, пункт 3.6]

3.96 **цикл** (cycle): Операция с последующим результатом и (или) возвратом в исходное состояние.

3.97 **частота отказа** (failure frequency): Количество отказов в интервале времени.

3.98

человеческая ошибка (human error): Несоответствие между совершенным действием (бездействием) человека и запланированным действием (бездействием).

Пример — Выполнение ошибочного действия, невыполнение требуемого действия.

Примечания

1 Намеренное несоответствие рассматривается как важное обстоятельство при определении человеческой ошибки (см. [*Reason J. Human Error. Cambridge University Press, UK, 1990*]).

2 Термин «человеческая ошибка» часто связывают с человеческим решением, действием или бездействием, рассматриваемым как источник или сопутствующая причина негативного результата, такого как ущерб или вред.

3 В оценке надежности работы человека человеческая ошибка определяется как любая часть совокупности действий человека, которая превышает допустимые пределы приемлемости; неприемлемое действие или бездействие, где пределы приемлемости определяются системой (см. [*Kirwan B. A guide to practical human reliability assessment. Taylor & Francis, UK, 1994*]).

4 См. дополнительную информацию в *ГОСТ Р МЭК 62508*.

5 См. также 5.5.2 *[1]*.

[Адаптировано из *[3]*, статья 192-03-14]

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения.

Примечание — Ряд специальных сокращений типов оборудования (например, ПВП) и единиц измерения (например, кВт) приведен не в настоящем разделе, а в соответствующих пунктах/подпунктах. Также имеется ряд других сокращений, используемых в настоящем стандарте (например, см. таблицу D.1), не включенных в настоящий раздел.

АВПКО — анализ вида, последствий и критичности отказов;
АДН — анализ дерева неисправностей;
АО — аварийная остановка;
БГР(Б) — безотказность, готовность, ремонтопригодность (и безопасность);
ВИСЗД — высокоинтегрированная система защиты от избыточного давления;
ГХЗ — газохимический завод;
ДУИ — дистанционно управляемый инструмент;
ЗКО — забойный клапан-отсекатель;
ЗН — заказ-наряд;
ИКР — интегральная кривая распределения;
КИП — контрольно-измерительные приборы;
КПЭ — ключевые показатели эффективности;
КОР — количественная оценка риска;
МТР — материально-технические ресурсы;
МЭГ — моноэтиленгликоль;
НиТО — надежность и техническое обслуживание;
НК — неразрушающий контроль;
НКПРП — нижний концентрационный предел распространения пламени;
НО — наработка на отказ;
НОТО — надежностно ориентированное техническое обслуживание;
НПЗ — нефтеперерабатывающий завод;
НХЗ — нефтехимический завод;
ОВиК — отопление, вентиляция и кондиционирование;

ОН — отчет о несоответствии;
ООР — обследование на основе оценки риска;
ОТП — остановка технологического процесса;
ОТС — оценка технического состояния;
ПА — предохранительная арматура;
ПВО — противовыбросовое оборудование;
ПЗА — подводная запорная арматура;
ПМР — подводный модуль распределения;
ПМУ — подводный модуль управления;
ПОУШ — подводное оконечное устройство шлангокабеля;
ПР — продолжительность ремонта;
ПРС — продолжительность работоспособного состояния;
ПрТО — прогнозное техническое обслуживание;
ПТО — профилактическое техническое обслуживание;
ПЭМУ — подводный электронный модуль управления;
РО — ремонтопригодный объект;
СВВ — среднее время восстановления;
СЖЦ — стоимость жизненного цикла;
СИПС — стандарт интеллектуального подсоединения к скважине;
СКОуп — скважинный клапан-отсекатель, управляемый с поверхности;
СКЦО — среднее количество циклов на отказ;
СНМО — средняя наработка между отказами;
СНО — средняя наработка до отказа;
СОПР — средняя общая продолжительность ремонта;
СПАЗ — система противоаварийной защиты;
СПГ — сжиженный природный газ;
СПП — средняя продолжительность простоя;
СПР — средняя продолжительность ремонта;
СПРС — средняя продолжительность работоспособного состояния;
СУГ — сжиженный углеводородный газ;
СУТО — система управления техническим обслуживанием;
ТНПА — телеуправляемый необитаемый подводный аппарат;
ТО — техническое обслуживание;
ТЭГ — триэтиленгликоль;
УПБ — уровень полноты безопасности;
ФПАЗ — функция противоаварийной защиты.

5 Основные положения

5.1 Рассматриваемое оборудование

Настоящий стандарт распространяется на все типы оборудования, используемого в нефтяной, газовой и нефтехимической отраслях, включая, но не ограничиваясь, следующие категории оборудования: технологическое оборудование, технологические трубопроводы, оборудование систем безопасности, системы подводной добычи, трубопроводные системы, погрузо-разгрузочное оборудование, скважинное оборудование, буровое оборудование. Оборудование может быть смонтировано на постоянной основе на сооружениях или использовано на этапах установки, ТО или модернизации. Положения настоящего стандарта также могут быть применены на этапах до начала эксплуатации, например: каким образом собираются и систематизируются данные в ходе оценке технологий, изготовления и испытаний (уведомление о качестве, ОН и др.).

В приложении А приведены примеры применения настоящего стандарта к конкретным типам оборудования. Предполагается, что пользователи, при необходимости, определят таксономию дополнительных классов оборудования на основе положений настоящего стандарта.

Отдельные положения относительно сбора данных по НиТО на уровне оборудования могут быть применены в ходе мониторинга и анализа рабочих параметров на уровнях установки и систем, включающих различные классы оборудования. Однако мониторинг рабочих параметров установки и сооружения также требует других типов данных, которые не рассмотрены в настоящем стандарте.

5.2 Временные периоды

Настоящий стандарт применяется к данным, собираемым в ходе эксплуатационного цикла оборудования, включая установку, пусконаладочные работы, эксплуатацию, ТО и модернизацию. В настоящем стандарте отдельно не рассмотрены этапы лабораторных испытаний, изготовления и заводской сборки. Однако многие принципы настоящего стандарта могут быть использованы производителем оборудования для сбора и систематизации данных по отказам оборудования, возникшим при изготовлении и выявленным при приемочных испытаниях, например в отчете о несоответствии (ОН). Дополнительно рекомендуется использовать применимые накопленные ранее данные по НиТО для определения параметров таких испытаний до начала эксплуатации. Наличие данных по надежности повышает эффективность научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и необходимо для определения возможных направлений оптимизации при оценке и совершенствовании технологий (см. 8.3).

5.3 Применение настоящего стандарта

Настоящий стандарт предназначен для использования следующими пользователями:

- установка/завод/сооружение: на эксплуатируемых сооружениях, например, персонал по ТО и инженеры, собирающие данные по отказам оборудования и составляющие отчеты о ТО в информационной системе управления сооружением;
- владелец/оператор/компания: специалисты по надежности или другие специалисты, ведущие общие базы по надежности оборудования на сооружениях компании; инженеры по надежности, собирающие данные; инженеры по ТО, составляющие планы по ТО. Настоящий стандарт определяет формат анализа элемента данных по НиТО в сочетании с другими видами анализа (см. приложение D): анализ основных причин, анализ архивных данных по рабочим параметрам, прогноз рабочих параметров, использование при проектировании и др.;
- отрасль: группы или компании, обменивающиеся данными по НиТО, или совместный отраслевой проект базы данных по надежности. Положения настоящего стандарта («язык надежности») помогают улучшить обмен информацией о показателях надежности оборудования;
- изготовители/проектные организации: использование данных по НиТО позволяет усовершенствовать проектирование оборудования и учесть существующий опыт эксплуатации;
- органы власти/надзорные органы: настоящий стандарт определяет формат обмена данными по НиТО на основе отдельных событий или иных требований, установленных для компании-оператора, и является исключительно важным для органов власти в области надежности оборудования по безопасности;
- консультант/подрядчик: настоящий стандарт устанавливает требования к формату и качеству сбора и анализов данных по вопросам безопасности, НиТО, которые обычно выполняются подрядчиками/консультантами для владельцев установок (например, нефтяных компаний).

Настоящий стандарт предназначен для применения в основном владельцами и (или) операторами сооружений для обеспечения сбора данных и их готовности к дальнейшей обработке. Настоящий стандарт может использоваться другими организациями, например разработчиками программного обеспечения по управлению ТО.

5.4 Ограничения

По результатам анализа данных могут быть определены параметры НиТО для использования при проектировании, эксплуатации и ТО. Настоящий стандарт не содержит детального описания методов анализа данных, однако настоящий стандарт представляет рекомендации по определению и расчету некоторых важных параметров НиТО (см. приложение С), а также описывает цели и преимущества ряда аналитических методик, в которых могут быть использованы данные. Такие аналитические методики и области применения описываются в ряде международных стандартов, и соответствующие

международные стандарты использовались с целью определения и сопоставления требований к данным по НиТО (см. приложение D).

Несмотря на то что данные по затратам значимы для определения приоритетных возможностей совершенствования и часто используются в анализе параметров надежности, данные по затратам отдельно не рассмотрены в настоящем стандарте. Для большинства сооружений проводят сбор данных по затратам (трудоемкости) на ТО, замену оборудования, модернизацию, остановку производства (функционирования) и на природоохранные мероприятия. Указанные данные могут храниться в системе управления ТО (СУТО). Если для анализа надежности с экономической оценкой или расчета затрат жизненного цикла требуются данные по затратам, пользователю рекомендуется получить данную информацию из соответствующих источников на эксплуатируемом объекте или в компании.

Вследствие множества вариантов использования данных по НиТО требования к программе сбора данных должны быть адаптированы к планируемому применению. Получение обоснованных результатов анализа напрямую связано с качеством собираемых данных. Хотя настоящий стандарт детально не определяет мероприятия по обеспечению качества, процедуры управления и обеспечения качества данных представлены в качестве руководства для пользователя.

В настоящем стандарте техническая информация, собираемая для описания оборудования, его места размещения на установке, в сооружении или системе, не является всеохватывающей и полной по сравнению с информационными системами установки (сооружения). Указанная техническая информация используется для определения и уточнения изменяющихся показателей в целях анализа. Использование распространенных технических терминов тем не менее рекомендуется и связано с информационной системой жизненного цикла и техническими стандартами на оборудование. Настоящий стандарт не следует рассматривать как стандарт, детально определяющий документирование программ ТО, хотя в нем описаны процедуры описания работ по ТО в целях оптимизации надежности и готовности оборудования.

Посредством системы мониторинга технического состояния можно проводить сбор информации о техническом состоянии оборудования и деградации рабочих параметров оборудования, но данный процесс в настоящем стандарте детально не представлен. Однако приведенное в настоящем стандарте описание элементов данных по НиТО может быть использовано в системах мониторинга технического состояния.

Настоящий стандарт не следует рассматривать в качестве технических условий (спецификации) на программное обеспечение для баз данных. Настоящий стандарт может быть в целом применен совместно с техническими условиями (спецификацией) для упрощения и совершенствования отраслевого обмена данными по НиТО.

5.5 Обмен данными по надежности и техническому обслуживанию

Основной целью настоящего стандарта является обеспечение возможности обмена данными по НиТО в едином формате внутри компании, между компаниями, внутри отрасли или в публичном пространстве. Мероприятия по обеспечению качества данных рассмотрены в разделе 7. В области обмена данными по НиТО необходимо отметить следующие дополнительные вопросы:

a) выбор между фактическими данными и сводными показателями. Данные могут обмениваться на различных уровнях, от фактических данных по отказам и ТО до обобщенных данных. Например, если требуются только данные о количестве отказов определенной категории, необходимо обмениваться только количественными значениями данных отказов. Информация такого вида часто представлена в публичных источниках информации (например, справочниках данных по надежности). Для обмена данными по общей надежности вида оборудования или установки (сравнительного анализа) могут быть использованы КПЭ. Примеры КПЭ представлены в приложении E;

b) конфиденциальность данных. Отдельные категории данных имеют конфиденциальный характер и используются (могут быть использованы) не по назначению (например, для получения коммерческой выгоды, сведений об опыте эксплуатации установки/оборудования). Для предотвращения использования данных не по назначению могут применяться два варианта:

1) удаление конфиденциальных данных из передаваемой информации,

2) обеспечение анонимности конфиденциальных данных.

Анонимность может быть обеспечена путем определения анонимных кодов, представляющих элементы данных. Информация о соответствии кодов и фактических данных доступна только уполномоченному персоналу. Данный подход рекомендуется, если указанные категории данных являются существенными для таксономии данных.

Необходимо гарантировать возможную коммерческую конфиденциальность обмена данными по надежности и другим рабочим параметрам. Законодательство о конкуренции запрещает соглашения о коллективном бойкоте или сделки между конкурентами, в которых они соглашаются не взаимодействовать с отдельными поставщиками/подрядчиками. В ходе исследования таких ситуаций, в которых конкуренты организуют обмен информацией, составляя рейтинг поставщиков/подрядчиков, показаны существенные риски того, что исследуемые конкуренты придут к общему выводу: не взаимодействовать с отдельными поставщиками/подрядчиками. Необходимо избегать возникновения подобной ситуации. Соглашения о коллективном бойкоте являются нарушением законодательства о конкуренции и могут привести к уголовным разбирательствам в отношении физических лиц и организаций.

Таким образом, необходимо, чтобы любой обмен данными осуществлялся в соответствии с национальным и международным законодательством в области защиты конкуренции. Рекомендуется до начала обмена данными провести анализ применимых нормативно-правовых требований для предупреждения возможных нарушений;

c) безопасность данных. Систематизированные данные об эксплуатации оборудования (например, качественные данные по НиТО, предоставляемые на платной основе) являются весьма ценным активом. Обработка данных, не предназначенных для публикации, должна сопровождаться соответствующими мерами безопасности для предотвращения их использования не по назначению, а также репутационного ущерба участников. Меры безопасности необходимо распространять на хранение данных (например, безопасное место хранения), передачу данных (например, Интернет), доступ для авторизованных пользователей (например, пароли) и др.;

d) ценность данных. В отдельных случаях целесообразно задать критерий ценности для определенного объема данных по надежности. Например, в совместных отраслевых проектах участники должны предоставить данные равнозначной ценности. В этом случае могут быть использованы два подхода:

1) расчет фактических затрат на сбор данных;

2) оценка ценности данных, учитывая объем данных и накопленный интервал времени сбора.

6 Преимущества сбора и обмена данными по надежности и техническому обслуживанию

Годовые потери промышленности, связанные с падением добычи и затратами на ТО из-за низкой надежности оборудования, по-прежнему являются высокими, несмотря на то, что многие владельцы установок повысили готовность производственного оборудования. Хотя большинство отказов не приводит к катастрофическим последствиям, точное понимание причин отказов является ключевым фактором для определения приоритетов и проведения корректирующего ТО. Это, в свою очередь, становится устойчивым фактором надежности оборудования, обуславливая рост прибыльности промышленности и безопасности установок.

Преимущества анализа данных по надежности охватывают широкий круг задач, включая возможность оптимизации графиков капитального ремонта и обследования оборудования, состав работ по ТО, а также стоимость программ по обеспечению запасными частями и модернизации в течение жизненного цикла оборудования, используемых на установках во всем мире. Другие преимущества сбора и анализа данных по НиТО включают: совершенствование процессов принятия управленческих решений; снижение катастрофических отказов и экологических последствий; повышение эффективности сравнительного анализа и прогнозирования рабочих параметров, а также готовности производственного оборудования. Для выполнения принципов сбора и обмена данных, определенных в настоящем стандарте, требуется обеспечение качества продукции в соответствии с *ГОСТ Р ИСО 20815—2013 (таблица 2)* (например, «сопровождение и анализ данных по рабочим параметрам»).

Повышение надежности оборудования зависит от практического опыта эксплуатации в реальных условиях. Сбор и анализ данных о рабочих параметрах, получение замечаний и предложений от потребителей конструкторами и производителями оборудования — это основа данного процесса. Также данные по НиТО являются ключевым фактором при покупке нового оборудования.

Для объединения данных по оборудованию нескольких видов установок или в определенной области требуется соглашение сторон о перечне собираемых и обмениваемых данных, а также о предоставлении таких данных в совместимом формате.

В последние годы в ряде стран в нефтегазовой отрасли вступили в силу правила, требующие наличия у компаний системы учета, проведения анализа и внедрения корректирующих и профилактических мероприятий, включая совершенствование систем и оборудования. Отдельные такие правила ссылаются на международные стандарты.

Сбор данных по НиТО является затратным процессом, поэтому следует соотносить данный процесс с планируемым использованием и возможными преимуществами. Обычно для сбора данных по НиТО выбирают оборудование, последствия отказов которого влияют на безопасность, обеспечение добычи, экологию или связаны с высокой стоимостью ремонта/замены оборудования, как указано ниже.

На рисунке 1 представлен типовой цикл передачи и обработки данных, отображающий процесс постоянного совершенствования оборудования.

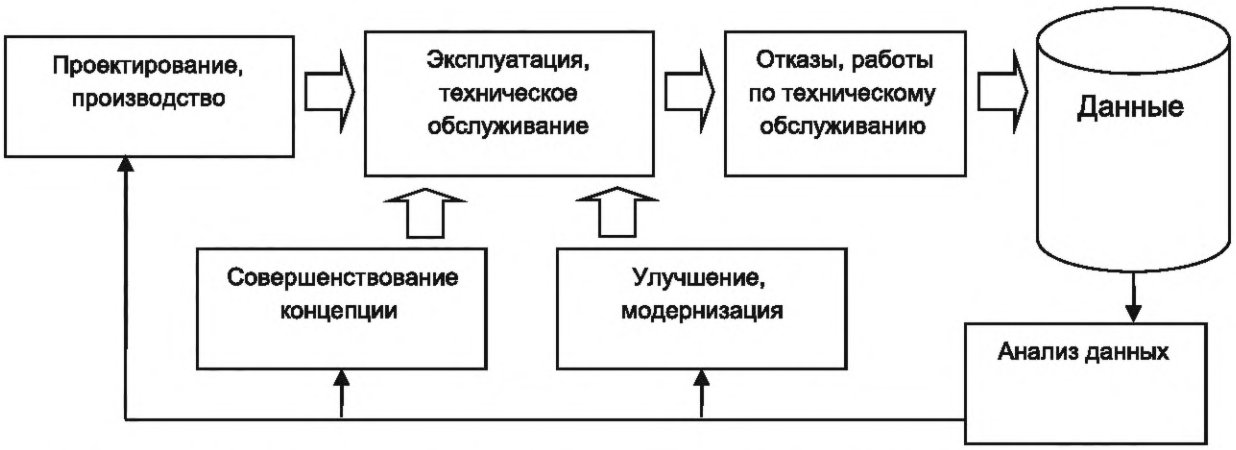


Рисунок 1 — Типовой цикл анализа собираемых данных по надежности и техническому обслуживанию

Ниже представлен сводный перечень производственных и экономических задач, для решения которых используется настоящий стандарт.

Экономические задачи:

- экономически эффективное проектирование для оптимизации капитальных затрат;
- экономически эффективная эксплуатация для оптимизации эксплуатационных затрат;
- повышение прибыльности (снижение потери выручки);
- СЖЦ, управление жизненным циклом.

Общие задачи:

- обеспечение готовности (лицензия оператора);
- продление срока эксплуатации основного оборудования;
- улучшение качества продукции;
- повышение эффективности закупок оборудования (на основе данных);
- улучшение планирования ресурсов.

Задачи в области безопасности и охраны окружающей среды:

- повышение безопасности персонала;
- снижение количества катастрофических отказов;
- снижение воздействия на окружающую среду;
- совершенствование процедур и правил в области безопасности (например, увеличение интервалов испытаний на основе рабочих параметров НиТО);
- обеспечение соответствия требованиям государственных органов.

Аналитические задачи:

- повышение качества данных;
- увеличение объема данных;
- улучшение процессов принятия решений;
- снижение неопределенности в процессе принятия решений;
- повышение качества сравнительного анализа;
- обмен опытом при отраслевом сотрудничестве;
- создание общего «языка» надежности (понимание, различные дисциплины);
- проверка (верификация) аналитических методов;
- улучшение прогнозирования;
- формирование исходных данных для испытаний на основе риска и исследований безотказности, готовности, ремонтопригодности.

7 Качество данных

7.1 Получение данных необходимого качества

7.1.1 Определение качества данных

Достоверность собираемых данных по НиТО и, следовательно, последующего анализа существенно зависит от качества данных. Данные высокого качества характеризуются следующим:

a) наличием полного перечня данных в соответствии с техническими условиями (спецификацией);

b) соблюдением терминологии параметров надежности, типов и форматов данных;

c) точностью ввода, передачи, обработки и хранения данных (вручную или в электронном формате);

d) достаточной выборкой и периодом сбора для обеспечения статистической достоверности;

e) соответствием данных потребностям пользователей.

7.1.2 Мероприятия по планированию

Перед началом сбора данных рекомендуется выполнить следующие мероприятия:

a) определить цель сбора данных для организации их сбора в соответствии с планируемым применением. Например, данные могут быть использованы для следующих анализов: КОР, анализ безотказности, готовности и ремонтопригодности (БГР), НОТО, СЖЦ, анализ УПБ (см. приложение D);

b) изучить источник(и) данных для проверки возможности получения соответствующих данных достаточного качества. Источники данных включают инвентарную и техническую информацию об оборудовании, данные о событиях по НиТО и их влиянию на установку;

c) привести таксономическую информацию, отражаемую в базе данных для каждого вида оборудования (см. раздел 8);

d) определить дату установки, количество и рабочее время оборудования, в отношении которого проводят сбор данных;

e) установить границы каждого класса оборудования, включая подлежащие сбору данные по НиТО (см. раздел 8);

f) применить единую терминологию в области отказов и единые методы классификации отказов (см. раздел 9);

g) использовать единую терминологию в области ТО и единые методы классификации работ по ТО (см. раздел 9);

h) определить перечень проверок, используемый при верификации качества данных (см. 7.1.3). Как минимум, должно быть проверено следующее:

1) источник данных документирован и прослеживается,
2) данные относятся к схожему типу оборудования, технологии и условиям эксплуатации,
3) сбор данных выполняется для соответствующего оборудования (например, модели оборудования не являются устаревшими),
4) данные соответствуют терминологии и правилам интерпретации (например, терминологии по отказам),
5) зарегистрированные отказы произошли в границах оборудования в период наблюдения,
6) информация является согласованной (например, виды отказов соответствуют последствиям отказов),
7) данные зарегистрированы в правильном формате,
8) собран достаточный объем данных для статистической достоверности (отсутствует искажение из-за выбросов) (рекомендации по расчету пределов достоверности приведены в С.3.2),
9) при проверке данных проводились консультации с персоналом по эксплуатации и ТО;

i) определить приоритеты по полноте данных, используя подходящий метод. Одним из методов оценки значимости различных собираемых данных является использование трех классов значимости по следующей классификации:

1) высокий — обязательные данные (сбор ≈ 100 %),
2) средний — данные высокой значимости (сбор ≈ 85 %),
3) низкий — данные средней значимости (сбор ≈ 50 %);

j) определить уровень разукрупнения для регистрируемых и собираемых данных по НиТО и установить их взаимосвязь с ролью оборудования в обеспечении производства и безопасности. Установить приоритеты для рабочих параметров безопасности и производства, а также других важных мероприятий;

k) подготовить план процесса сбора данных (см. 7.2), например: графики, этапы, последовательность сбора данных для установок и видов оборудования, периоды наблюдения (см. 8.3.1) и др.;

l) спланировать процессы компоновки данных и формирования отчетов, разработать метод передачи данных от источников данных в банк данных по надежности с использованием подходящего метода (см. 7.2);

m) обучить, мотивировать и организовать персонал по сбору данных, например: в области интерпретации источников, производственного опыта по оборудованию, программного обеспечения, привлечения эксплуатационного персонала и экспертов по оборудованию, понимания/опыта применения данных по НиТО в анализах и др. Обеспечить у персонала углубленное понимание оборудования, условий его эксплуатации, положений настоящего стандарта и требований к качеству данных;

n) рекомендуется провести анализ эффективности затрат для процесса сбора данных путем его пробного проведения до начала основного этапа сбора данных и пересмотреть планы при необходимости;

o) выполнить пересмотр плановых мероприятий в течение некоторого периода после использования системы (см. 7.2.3).

7.1.3 Проверка качества

Во время и после проведения сбора данных необходимо анализировать данные для проверки достоверности, обоснованного распределения, правильности кодов и корректной интерпретации в соответствии с плановыми мероприятиями (см. 7.1.2). Данный процесс проверки качества должен быть документирован и может варьироваться в зависимости от количества установок, организаций и отраслевых объектов, на которых он применяется. При объединении отдельных баз данных необходимо обязательно обеспечить уникальные идентификаторы для каждой записи данных.

Оценку качества собираемых данных следует проводить на наиболее раннем этапе, насколько это практически возможно, в соответствии плановыми мероприятиями (см. 7.1.2). Подходящей процедурой является назначение сборщика данных, которому будут предоставлены указания по мерам обеспечения качества в соответствии с плановыми мероприятиями. Основная цель данной оценки — выявление проблем, требующих немедленной корректировки плановых мероприятий для исключения сбора данных с неприемлемым качеством.

Персонал, не участвовавший в сборе данных, должен иметь возможность проверить качество каждой отдельной записи данных и общей цепочки надежности, составленной совокупностью отдельных событий, в соответствии с плановыми мероприятиями (см. 7.1.2).

7.1.4 Ограничения и проблемы

Некоторые проблемы и ограничения, возникающие при получении качественных данных, приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Проблемы, ограничения и хранение

Область	Комментарии
Источник данных	Для определения источника может не хватать данных, и соответствующая информация может содержаться в различных отдельных системах (компьютерах, файлах, книгах, чертежах). Рекомендуется внимательно оценить данный вопрос в плановых мероприятиях (см. 7.1.2) для оценки качества данных, метода сбора и затрат
Интерпретация данных	Обычно данные объединяются от источников в стандартный формат (базу данных). В этом процессе различные пользователи могут по-разному интерпретировать источник данных. В этом случае применяют корректную терминологию, проводят обучение персонала и проверки качества (см. 7.1.2)
Формат данных	Использование кодов является основополагающим для обеспечения эффективности сбора данных и достоверности вводимых данных (например, правильные коды производителя). Однако в непредвиденных и неясных ситуациях необходимо добавлять текстовое описание
Метод сбора данных	Основной объем данных этой категории в настоящее время хранится в компьютерных системах (например, СУТО). Используя современные алгоритмы и программное обеспечение для преобразования данных, возможно передать данные в (полу)автоматическом режиме в различные другие компьютерные системы, сокращая затраты

Окончание таблицы 1

Область	Комментарии
Квалификация и мотивация	Сбор данных в ручном режиме может быть повторяющейся монотонной работой. Вследствие этого необходимо привлекать персонал с достаточным опытом для выполнения работы и избегать использования персонала с низкой квалификацией и недостаточным опытом, поскольку может снизиться качество данных. Необходимо определить мероприятия по мотивации персонала, собирающего данные по НиТО, например обучение, посещение заводов, привлечение к анализам данных и внедрению результатов. Другими примерами являются получение обратной связи о результатах сбора данных, участие в процедурах обеспечения качества, специальные информационные поля в СУТО для повышения качества отчетности и др.

7.2 Процесс сбора данных

7.2.1 Источники данных

Основным источником данных по НиТО является СУТО сооружения, технологической установки или оборудования. Качество данных, получаемых из этого источника, зависит в первую очередь от способа регистрации данных по НиТО. В соответствии с настоящим стандартом должна быть разрешена регистрация данных по НиТО в СУТО, чтобы обеспечить более достоверную и надежную основу для передачи данных по НиТО в базы данных по НиТО оборудования. Другие источники данных могут находиться в различных иных системах (компьютерах, файлах, книгах, чертежах), например обратная связь по результатам сбора данных, сведения об участии в процедурах обеспечения качества. Правильное использование информационных полей в СУТО установки повысит качество регистрации данных и др.

Такой сбор данных создает источники данных по надежности, используемые в различных целях, классифицируемые по таблице D.5:

1) общие данные;
2) специальные данные по оператору/компании;
3) данные производителя;
4) экспертные мнения;
5) данные о человеческих ошибках.

7.2.2 Методы сбора данных

Типовой процесс сбора данных включает компиляцию данных из различных источников в единую базу данных, в которой тип и формат данных являются заранее определенными. Наиболее распространен следующий метод:

a) присвоение адресов всем доступным источникам данных и извлечение соответствующих непроверенных данных в промежуточное хранилище. Если информация содержится в компьютерной базе данных, необходимо извлечь соответствующую информацию подходящим методом, например: отобрав целевую информацию при помощи программного обеспечения или распечатав отчеты с нужной информацией;

b) интерпретация данной информации и перевод ее в тип и формат целевой базы данных. В большинстве случаев интерпретацию выполняют вручную;

c) передача данных от источника(ов) в банк данных по надежности, используя подходящий метод. Для передачи данных из одной базы данных в другую может быть применено типовое программное обеспечение и необходимое преобразование «языка» программными алгоритмами. Данный подход является технически возможным при наличии алгоритма, обеспечивающего достоверное преобразование данных. Такие методы требуют дополнительных трудозатрат и, следовательно, экономически эффективны только для больших объемов данных и повторного сбора данных одной категории. Также подход можно использовать при ТО для передачи данных из одной СУТО в другую;

d) тщательное планирование и проведение испытаний до начала основного процесса сбора данных, так как методы сбора данных существенно влияют на анализ эффективности затрат по сбору данных.

7.2.3 Организация и обучение

Сбор данных можно проводить внутри компании с использованием собственных ресурсов или путем привлечения специализированных организаций или персонала. Поскольку данные по своей природе являются архивными, очевидно, что потребуется определенное время для сбора данных, достаточных для формирования обоснованных выводов на основе статистики. Анализ эффективности затрат

для сбора данных также может потребовать времени, но ежегодное отслеживание рабочих параметров оборудования является полезным.

Для сбора данных могут потребоваться специалисты в различных областях, например по информационным технологиям, надежности/статистике, ТО, эксплуатации и сбору данных. Ключевой персонал должен знать, в частности, концепцию сбора данных и специальное программное обеспечение, используемое в процессах сбора данных, а также в разумных пределах знать вопросы техники и технологии, эксплуатации и ТО оборудования, в отношении которого проводят сбор данных. Для получения качественных данных следует организовать соответствующее обучение ключевого персонала. Для проверки качества данных необходимо использовать персонал, который не задействован в сборе данных. Персонал, занимающийся сбором данных, должен знать требования настоящего стандарта и предоставлять обратную связь в требуемых случаях.

До начала сбора данных рекомендуется провести пробное выполнение для проверки имеющегося объема данных, качества источников информации и реализуемости методов сбора данных. Это послужит в качестве модели того, что может быть реализовано в рамках выделенного времени и бюджета.

Необходимо организовать систему устранения отклонений, выявленных в процессе сбора данных, например нечеткой терминологии, недостатка правил интерпретации, неверных кодов и др. Выявленные проблемы должны решаться по возможности оперативно. При накоплении большого объема информации корректировка искаженных данных может стать трудноразрешимой задачей.

При пробном выполнении сбора данных также возникает обратная связь при обобщении и оценке приобретенного опыта планирования и проведения мероприятий по сбору данных. Сформированные рекомендации должны быть переданы соответствующему персоналу для усовершенствования терминологии, систем ТО (например, СУТО), процесса сбора данных и подготовки персонала.

8 Номенклатура оборудования, периодичность сбора данных

8.1 Границы

Четкое описание границ оборудования является обязательным для сбора, объединения и анализа данных по НиТО, полученных из различных источников, установок или отраслей. Описание границ также способствует взаимодействию между операторами и производителями оборудования. В противном случае при объединении и анализе используют несовместимые данные.

Для каждого класса оборудования должна быть определена граница с указанием перечня собираемых данных по НиТО. Описание границы может быть дано в виде рисунка, текста или их комбинации.

Пример диаграммы границ приведен на рисунке 2. Пример поясняющего текста к диаграмме приведен ниже.

Пример — Границу применяют для насосов общего назначения и пожарных насосов. Впускная и выпускная арматуры и фильтр на впускной линии не входят в границу. Приводы насоса, включая вспомогательные системы, также не входят в границу. Приводы в комплекте регистрируют как отдельные инвентарные единицы (электрические двигатели, газотурбинные двигатели, двигатели внутреннего сгорания). При возникновении отказов в приводах необходимо их регистрировать в составе приводов в комплекте. В инвентарной ведомости насоса приведена ссылка на соответствующую инвентарную ведомость привода.

Необходимо уделять должное внимание местам размещения КИП. В примере выше основные элементы управления и мониторинга обычно включены в подвид «управление и мониторинг», а отдельные КИП (отключение, сигнализация, управление) обычно входят в состав соответствующих подвидов (например, система смазки).

Диаграмма границ должна показывать основные объекты нижнего уровня и их взаимодействие с окружающими объектами. При необходимости нужно добавить дополнительное текстовое описание, детально разъясняющее, что находится внутри или снаружи границы (на рисунке 2 привод насоса находится снаружи границы). При ссылке на настоящий стандарт должны быть четко указаны любые отклонения от границ или новые границы, не определенные настоящим стандартом.

Границы различных классов оборудования не должны пересекаться. Например, при сборе данных с КИП как отдельных видов оборудования не следует включать эти КИП в границы других видов того оборудования, для которого собираются данные. Иногда сложно избежать наложения, однако такие случаи должны быть обозначены и правильно интерпретированы при анализе данных.

Рекомендованные диаграммы границ для отдельных выбранных видов оборудования приведены в приложении А.

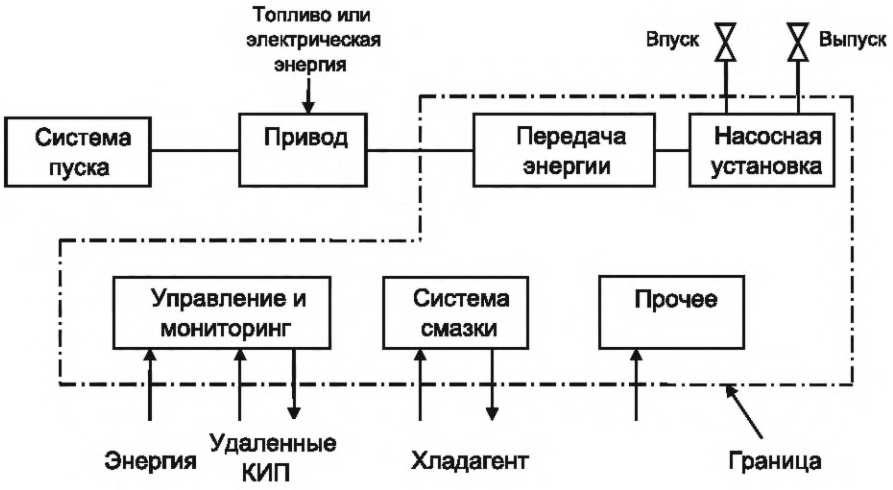


Рисунок 2 — Пример диаграммы границ (насос)

8.2 Таксономия

Классификация данных, сбор которых осуществляется в соответствии с настоящим стандартом, представляет иерархическую структуру, приведенную на рисунке 3. Определения всех частей рисунка представлены ниже дополнительно к примерам различных бизнес-процессов и типов оборудования, описанных в таблице 2.

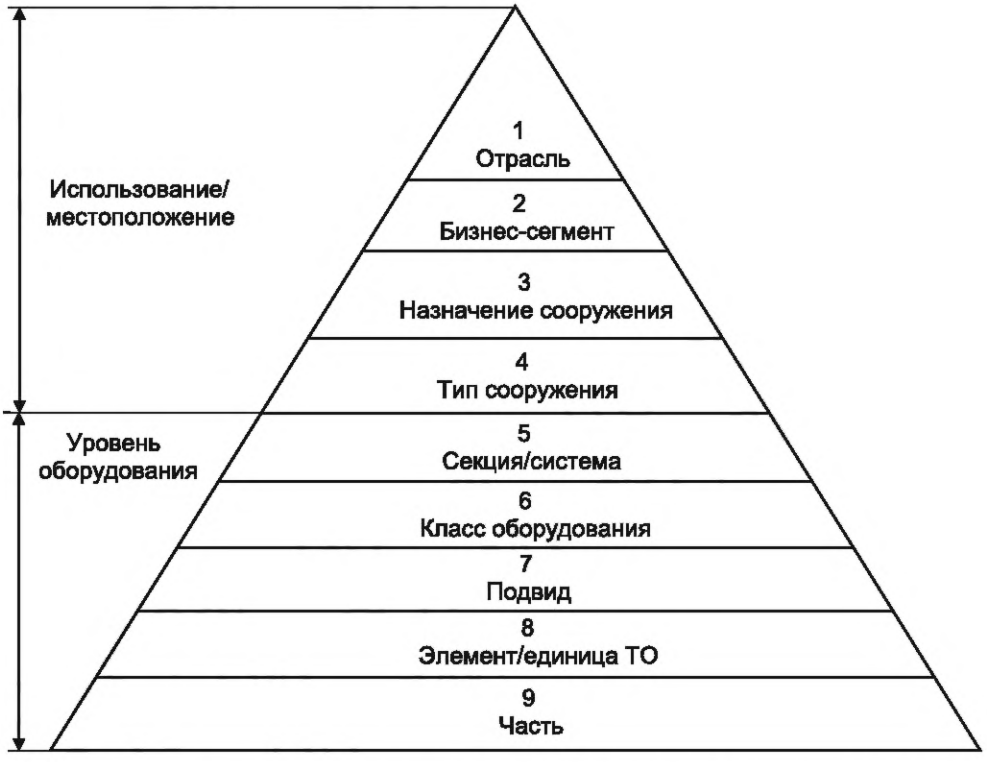


Рисунок 3 — Таксономическая классификация с таксономическими уровнями

Таблица 2 — Примеры таксономии

Основная категория	Таксономический уровень	Таксономическая иерархия	Определение	Примеры
Использование/местоположение	1	Отрасль	Основная отрасль	Нефтяная, газовая, нефтехимическая, газохимическая
	2	Бизнес-сегмент	Тип бизнеса или производства	Разведка и добыча, транспортировка и логистика, переработка и сбыт, нефтехимия и газохимия
	3	Назначение сооружения	Назначение сооружения (объекта)	Добыча нефти и газа, транспортировка, бурение, СПГ, переработка, нефтехимия и газохимия (см. таблицу А.1)
	4	Тип сооружения	Тип сооружения (установки)	Платформа, полупогружная платформа, установка гидрокрекинга, установка этиленового крекинга, производство полиэтилена, уксусной кислоты, метанола (см. таблицу А.2)
	5	Секция/ система	Основная секция/система сооружения (установки)	Компрессорная станция, добыча природного газа, система сжижения, система вакуумного газойля, система регенерации метанола, секция окисления, реакционная система, секция дистилляции, система отгрузки на танкер (см. таблицу А.3)
Уровень оборудования	6	Класс оборудования/вид оборудования	Класс схожих видов оборудования. Каждый класс оборудования содержит сравнимые виды оборудования (например, компрессоры)	Теплообменники, компрессоры, технологические трубопроводы, насосы, газовые турбины, подводное устьевое оборудование, фонтанная арматура, спасательные шлюпки, экструдеры, подводные ПВО (см. таблицу А.4)
	7	Подвид	Подсистема, обеспечивающая функционирование вида оборудования	Системы смазки, охлаждения, управления и мониторинга, отопления, гранулирования, тушения кокса, рефрижерации, орошения колонны, распределенного управления
	8	Элемент/ единица ТО[a]	Группа частей вида оборудования, ТО (ремонт, замена) которых обычно осуществляется совместно	Охладитель, соединение, коробка передач, насос смазочного масла, контур КИП, привод, арматура, фильтр, датчик давления, датчик температуры, электрическая цепь
	9	Часть[b]	Единичная часть оборудования	Уплотнение, трубка, кожух, лопасть, прокладка, пластина фильтра, винт, гайка и др.

[a] Для некоторых видов оборудования единица ТО не применяется: например, в классе оборудования «трубопроводы» может не быть единиц ТО, но элементом может быть «угол».

[b] Хотя в отдельных случаях этот уровень является значимым, его применение осуществляется по усмотрению пользователя настоящего стандарта.

Уровни 1—5 являются общими категориями, описывающими отрасль и сооружение (объект) независимо от видов оборудования (см. уровень 6). Вид оборудования (например, насос) может быть использован в различных отраслях и объектах, а при анализе надежности схожего оборудования следует учитывать особенности эксплуатации. Таксономическая информация на этих уровнях должна быть включена в базу данных для каждого вида оборудования как «использование/местоположение» (см. таблицу 2).

Уровни 6—9 относят к виду оборудования с выделением более низких уровней, отражающих родственную структуру. В настоящем стандарте уделяется особое внимание сбору данных по НиТО на уровне «вид оборудования» (уровень 6), а также, косвенно, на более низких связанных уровнях, таких как «подвиды» и «элементы». Количество подуровней для сбора данных по НиТО зависит от сложности вида оборудования и цели сбора данных. Для отдельного датчика дальнейшее разукрупнение может не требоваться, однако для крупного компрессора могут понадобиться несколько подуровней. Для анализов готовности могут потребоваться только данные на уровне «вид оборудования»; для анализа НОТО и анализа основных причин — данные уровней «элемент», «единица ТО» и «часть». В настоящем стандарте уровень 9 отдельно не рассматривается.

Необходимо, чтобы данные по НиТО были отнесены к определенному уровню таксономической иерархии для обеспечения их значимости и сопоставимости. Например, вид отказа должен относиться к виду оборудования, а механизм отказа — к нижнему возможному уровню таксономической иерархии (см. руководящие указания в таблице 3).

Многие объекты могут присутствовать на различных уровнях иерархии в зависимости от условий функционирования или размера объекта. Например, арматура и насос являются классами оборудования, а также единицами ТО в газовой турбине. Арматура — как правило, единица ТО в подводном оборудовании и вид оборудования на верхнем строении. Сбор данных по НиТО такого оборудования следует осуществлять с предельной внимательностью во избежание двойного подсчета событий отказов.

Таблица 3 — Примеры таксономии

Регистрируемые данные по НиТО	Уровень иерархии[a]				
	4 Тип сооружения	5 Секция/ система	6 Вид оборудования	7 Подвид	8 Элемент/ единица ТО
Влияние отказа на безопасность	X[b]	—	—	—	—
Влияние ТО на безопасность	X	—	—	—	—
Влияние отказа на эксплуатацию	X	(X)[c]	—	—	—
Влияние ТО на эксплуатацию	X	(X)	—	—	—
Влияние отказа на оборудование	—	—	X	(X)	(X)
Вид отказа	—	(X)	X	(X)	(X)
Механизм отказа	—	—	(X)	(X)	X
Причина отказа	—	—	—	(X)	X
Метод обнаружения	—	(X)	X	(X)	(X)
Отказ подвида	—	—	—	X	
Отказ элемента/единицы ТО	—	—	—	—	X
Продолжительность простоя	(X)	(X)	X	—	—
Оперативная продолжительность ТО	—	—	X	(X)	(X)

[a] См. рисунок 3.
[b] X — основной вариант.
[c] (X) — возможные альтернативы.

Для некоторых систем может быть целесообразным осуществлять сбор данных по НиТО на уровне 5 (на уровне системы, см. таблицу А.3). В этом случае могут применяться различные принципы сбо-

ра данных по оборудованию для уровней 6—8, однако сбор данных требует внимательного подхода, поскольку отдельные системы, выбранные для сбора данных, могут существенно отличаться.

8.3 Временные периоды

8.3.1 Периоды наблюдения и эксплуатации

Периодом наблюдения для оборудования обычно считают период определения параметров надежности, связанных со временем: СНО, срок эксплуатации элемента и т. д. Для многих видов оборудования период эксплуатации (функционирования) является более коротким, чем период наблюдения, вследствие проведения ТО, замены оборудования или непостоянной работы оборудования (например, перекачивающие насосы резервуара).

Если оборудование находится в работе или в нагруженном резерве, т. е. в готовности к немедленному пуску, это означает, что оборудование в рабочем состоянии согласно определениям настоящего стандарта. Оборудование, остающееся в резерве, для ввода в эксплуатацию которого необходимы подготовительные операции (ненагруженный резерв), не считают находящимся в рабочем состоянии. Примеры определений временных периодов приведены в таблице 4.

При необходимости точного определения продолжительности простоя, вызванного всеми работами по ТО, можно также собирать фактические данные по ПТО (см. таблицу 4). При сборе данных не следует учитывать периоды намеренного вывода оборудования из эксплуатации и периоды модернизации оборудования.

Период наблюдения может охватывать различные состояния жизненного цикла объекта. Например, при подводном обустройстве оборудование может начать функционировать после установки (например, противовыбросовое оборудование), хотя добыча на скважине начнется спустя несколько месяцев. На этом этапе могут возникать отказы оборудования, требующие проведения ремонта с возможной задержкой пуска скважины. Аналогично отказ оборудования может возникнуть при остановке на ремонт установки по переработке, т. е. не в период эксплуатации, что также повлечет необходимость ремонта и возможную задержку пуска установки.

Таблица 4 — Определения временных периодов

Общее время[a]													
Продолжительность простоя								ПРС					
Продолжительность планового простоя				Продолжительность внепланового простоя				Наработка				Нерабочее время	
Предупредительное ТО		Прочие плановые простои		Корректирующее ТО			Прочие внеплановые простои						
Подготовка и (или) задержка	Оперативная продолжительность ТО (на объекте выполняются работы)[b]	Резерв[c]	Модернизация[d]	Скрытые неисправности[e]	Подготовка и (или) задержка	Ремонт (на объекте выполняются работы)[f]	Останов, эксплуатационные проблемы/ ограничения и др.[g]	Пуск/останов	Пуск	В работе[h]	Нагруженный резерв	Состояние бездействия	Ненагруженный резерв

[a] Также см. рисунки 5—7 *[1]*.

[b] Включая испытания.

[c] Объект может эксплуатироваться (функционировать), но не задействован некоторое время. В данную категорию не включаются объекты, являющиеся запасными частями, или объекты, выведенные из эксплуатации на длительной основе.

[d] Модернизация (и/или модификация) может изменить характеристики надежности объекта. Вследствие этого сбор данных по надежности объекта может быть приостановлен перед модернизацией и возобновлен после нее с началом нового периода наблюдения.

[e] Определение продолжительности простоя, связанного со скрытыми неисправностями, является сложным. Такие отказы обычно выявляются при испытаниях или после подачи запроса.

Окончание таблицы 4

[f] Включает диагностику неисправностей, ремонтные работы и испытания (при необходимости).

[g] См. определение термина «отключение» (*3.44*) и также С.1.8 об останове механизмов (отключении и ручном останове).

[h] Период активной эксплуатации оборудования в системах добычи нефти и газа. В системах бурения и капитального ремонта скважин необходимо дополнительно учитывать разные этапы работ. Пуск, бурение, отключение, установка обсадных труб могут включаться в производственные этапы бурения; удаление скважинного оборудования, замена эксплуатационной колонны, замена обсадной колонны и различные работы по капитальному ремонту — в производственные этапы капитального ремонта скважин.

8.3.2 Периоды сбора данных

В зависимости от цели использования и целесообразности данные могут регистрироваться в течение всего жизненного цикла оборудования или в более короткие периоды времени. Последний вариант является общераспространенным вследствие экономии затрат и необходимости получения данных в требуемом интервале времени. Как показано в приложении С, жизненный цикл многих объектов характеризуется U-образной кривой. Если требуются данные по НиТО только для режима стабильной работы объекта, сбор данных следует начинать после завершения опытной эксплуатации. Продолжительность данного периода для разных категорий оборудования изменяется от нуля до нескольких месяцев. Данные, собранные в период стабильной работы, обычно соответствуют или предположительно должны соответствовать экспоненциальной кривой жизненного цикла (постоянной интенсивности отказов). Для некоторых видов оборудования также следует непременно регистрировать данные с первого дня для сбора опыта об отказах в период опытной эксплуатации. В таком случае данные, относящиеся к опытной эксплуатации, и данные, собранные на последующем этапе стабильной работы, должны быть обозначены различным образом.

Продолжительность периода сбора данных должна соответствовать предполагаемой интенсивности отказов, размеру выборки и доступности данных. Для оборудования высокой значимости (обеспечивающего безопасность) и оборудования с установленной низкой интенсивностью отказов (подводное оборудование) предпочтительно увеличивать период наблюдения (т. е. наблюдение на всем протяжении жизненного цикла). Также необходимо собирать данные по оборудованию, работающему без отказов в течение периода наблюдения, поскольку регистрация отсутствия отказов в рассматриваемый период позволит оценить интенсивность отказов путем анализа данных. Для оценки достоверности данных (верхний/нижний предел достоверности) следует использовать статистические методы согласно приложению С.

Хотя период наблюдения представляет календарный период между двумя датами и, следовательно, может быть точно известен, наработку обычно определить сложнее. Для отдельного насосно-компрессорного оборудования наработка фиксируется приборами и может быть точно определена по показаниям. Для другого оборудования ситуация может быть иной. Следовательно, часто необходимо оценивать наработку, основываясь на опыте персонала, отвечающего за эксплуатацию и (или) ТО. Поскольку «истинная» интенсивность отказов объекта должна быть рассчитана на основе фактической наработки, сбор данных об этом параметре или его оценка должны являться приоритетной задачей.

8.3.3 Периоды технического обслуживания

В период ТО необходимо собирать данные о двух календарных периодах: продолжительности простоя и оперативной продолжительности ремонта. Различия между этими периодами показаны на рисунке 4. Дополнительная информация по детализации продолжительности простоя приведена в *[1]* (рисунки 5—7) и представлена в *ГОСТ Р ИСО 20815—2013 (рисунок 3)*.

Продолжительность простоя является календарным временным периодом, начинающимся в момент остановки оборудования на ремонт и заканчивающимся в момент подключения оборудования для выполнения его функций после завершения испытаний оборудования.

Оперативная продолжительность ТО — это оперативная продолжительность корректирующего ТО. С учетом *[1]* (рисунок 5) оперативная продолжительность корректирующего ТО включает оперативную продолжительность ремонта и технические задержки. Оперативная продолжительность ТО является календарным временем, в течение которого фактически выполняют работы по ТО на объекте. Следовательно, оперативная продолжительность ремонта не может в обычной ситуации превышать продолжительность простоя. Исключением служит случай, когда оперативная продолжительность ремонта превышает продолжительность простоя вследствие проведения ТО в период работы вида обору-

дования. Необходимо отметить, что период времени, требуемый на пуск оборудования после ремонта и связанные с этим пусконаладочные работы, не входит в продолжительность простоя. Продолжительность мобилизации — это часть временного периода «Подготовка и (или) задержка».

Примечание — См. определения временных периодов ТО в разделе 3.



Рисунок 4 — Временные периоды технического обслуживания

9 Требования к данным по оборудованию, отказам и техническому обслуживанию

9.1 Категории данных

Сбор данных по НиТО должен быть выполнен организованным и структурированным способом. Основными категориями данных по оборудованию, отказам и ТО являются нижеприведенные.

a) Данные по виду оборудования (инвентарные данные)

Для описания вида оборудования (см. уровень 6 на рисунке 3) используют следующие характеристики:

1) классификационные данные, т. е. отрасль, установка, местоположение, система;
2) характеристики оборудования, т. е. данные изготовителя, проектные характеристики;
3) эксплуатационные данные, т. е. режим эксплуатации, рабочая мощность, условия эксплуатации.

Эти категории данных должны являться общими для всех классов оборудования. Дополнительно следует использовать специальные данные по классам оборудования (например, количество ступеней компрессора). Рекомендуемые перечни данных для некоторых классов оборудования приведены в приложении А.

b) Данные об отказе

Для данных об отказе используют следующие характеристики:

1) идентификационные данные, т. е. номер регистрации отказа, оборудование, на котором возник отказ;
2) описание отказа, т. е. дата отказа, объект, на котором возник отказ, последствия отказа, вид отказа, причина отказа, метод выявления отказа.

c) Данные по ТО

Для данных по ТО используют следующие характеристики:

1) идентификационные данные, т. е. номер регистрации ТО, соответствующие записи об отказе и (или) оборудовании;

2) описание ТО, т. е. дата ТО, категория ТО, работы по ТО, влияние ТО, объекты, на которых выполнялось ТО;
3) ресурсы ТО, трудоемкость ТО общая и по категориям, использованные вспомогательные ресурсы/оборудование;
4) временные периоды ТО, оперативная продолжительность ТО, продолжительность простоя.

Тип данных по отказам и ТО должен быть общим для всех классов оборудования, исключая случаи, где необходимо выполнять сбор специфических данных, например для подводного оборудования.

Случаи корректирующего ТО следует регистрировать с целью описания выполнения корректирующего воздействия после отказа; случаи ПТО — для формирования полной истории жизненного цикла вида оборудования.

9.2 Формат данных

Каждая запись в базе данных, например о случае отказа, должна иметь ряд характеристик. Каждая характеристика описывает один параметр, например вид отказа. Рекомендуется, чтобы информация отображалась в виде кодов, при возможности. Преимуществами данного подхода по сравнению с обычным текстом являются:

- удобство запросов и анализа данных;
- простота ввода данных;
- обеспечение достоверности при вводе данных за счет использования определенных перечней кодов;
- снижение размера базы данных и времени обработки запросов.

Размер определенных перечней кодов должен быть оптимизирован. Краткий перечень кодов является чересчур общим, чтобы быть полезным. Длинный перечень кодов обеспечивает более точное описание, но замедляет ввод информации и может не использоваться полностью при сборе данных. Выбранные коды должны быть, по возможности, взаимоисключающими.

Недостатком использования определенных перечней кодов по сравнению с обычным текстом является возможность потери части детальной информации. Для всех категорий, указанных в перечислениях a), b), c) 9.1, рекомендуется приводить дополнительное текстовое описание при возможности и целесообразности, например описание ситуации, приведшей к событию отказа. Это упростит проверку качества информации и поиск в отдельных записях более детальной информации.

В приложениях А и В приведены примеры кодов для различных типов оборудования и данных по надежности. В общих данных по надежности указаны данные об оборудовании, отказе и характеристики ТО. Дополнительная информация об общих данных по надежности приведена в D.5 и таблице D.5.

9.3 Структура базы данных

9.3.1 Общие положения

Собранные данные должны быть структурированы и взаимосвязаны в базе данных с целью обеспечения подходящих обновлений, запросов и проведения анализа. Отдельные доступные коммерческие базы данных могут быть использованы в качестве структурных блоков для проектирования базы данных по надежности. При организации структуры базы данных необходимо учитывать два аспекта, рассмотренных в 9.3.2 и 9.3.3.

9.3.2 Логическая структура

Логическая структура определяет логические ссылки между основными категориями данных в базе данных. Данная модель представляет прикладную направленность базы данных. Пример на рисунке 5 показывает иерархическую структуру, в которой записи об отказах и ТО связаны с видом оборудования (МТР). Записи о ПТО связаны с описанием МТР отношением типа «множество—один». Такой подход применяют к тем отказам, для которых дополнительно указаны ссылки на записи о корректирующем ТО для каждой записи об отказе. Каждая запись (например, отказ) может содержать несколько характеристик (например, дата отказа, вид отказа и т. д.).

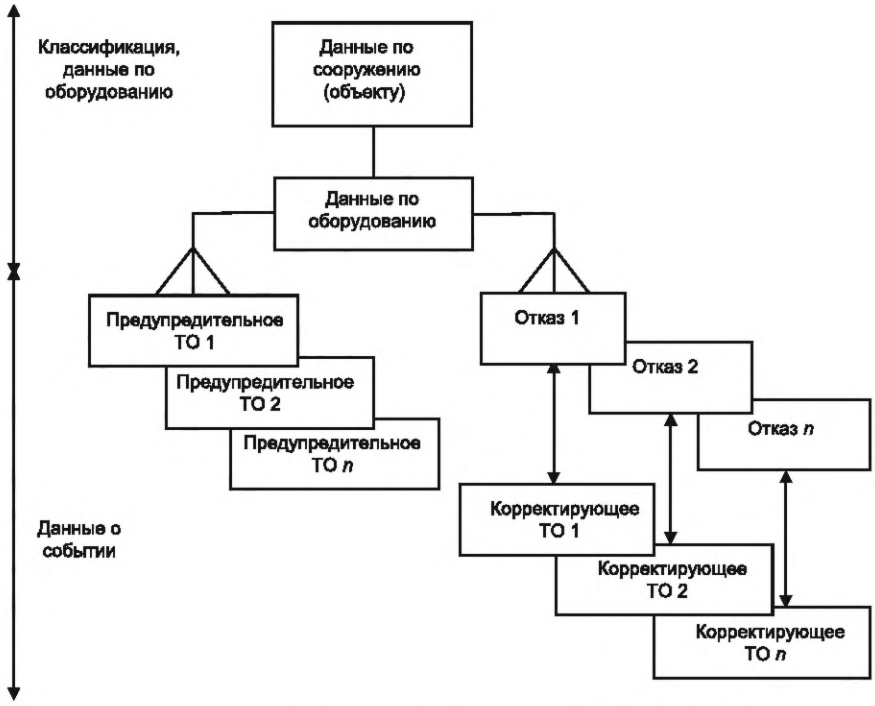


Рисунок 5 — Логическая структура данных (пример)

9.3.3 Архитектура базы данных

В настоящем пункте определены требования к проекту базы данных в части определения связей и адресов отдельных элементов данных. Широко использованы следующие четыре модели, ранжированные по возрастанию сложности и универсальности:

- иерархическая модель: поля данных в записях взаимосвязаны в древовидной структуре. Каждый уровень представляет определенную характеристику данных;
- сетевая модель: имеет сходство с иерархической моделью, однако у каждой характеристики может быть несколько верхних уровней;
- реляционная модель: модель состоит из таблиц элементов данных, которые называются «отношения». Пути доступа к данным заранее не определены, возможны все преобразования данных в табличной форме. Данная модель использована в большинстве баз данных;
- объектная модель: данная модель рассмотрена как совокупность объектов, каждый из которых обладает 1) структурой и 2) интерфейсом. Структура каждого объекта является фиксированной, интерфейс представляет видимую часть, содержащую ссылочный адрес между объектами. Моделирование объектов позволяет создать предельно гибкий, расширяемый, многократно используемый и простой в обслуживании проект базы данных. Данная модель является популярной в новых концепциях баз данных.

9.4 Данные по оборудованию

Классификация оборудования по техническим, производственным параметрам и параметрам окружающей среды служит основой для сбора данных по НиТО. Данная информация также требуется при определении применимости или достоверности данных для различных задач. Одни данные являются общими для всех классов оборудования, другие — специальными для конкретных классов оборудования.

С учетом целей настоящего стандарта необходимо обеспечить сбор минимально требуемого объема данных, которые приведены в сноске «*b*» в таблице 5, а также в сноске «*a*» в таблицах 6 и 8, однако сбор определенных дополнительных категорий данных может существенно повысить эффективность использования данных по НиТО (см. приложение D). Во всех случаях сбор минимального объема данных по оборудованию должен обеспечить обмен данными между владельцем (пользователем) и производителем оборудования. Минимальный объем данных должен включать необходимые сведения о фактическом местоположении оборудования в каждый момент времени, основной проектный иден-

тификатор, используемый обеими сторонами (например, заводской номер), заводской и уникальный идентификаторы каждой отдельной единицы оборудования (обычно — заводской серийный номер).

Имеются две группы данных по оборудованию:

- данные по оборудованию, общие для всех классов оборудования;
- специальные данные по оборудованию.

В таблице 5 приведены данные, общие для всех классов оборудования. Дополнительно следует регистрировать некоторые данные, характерные только для отдельных классов оборудования. В приложении А приведены примеры таких данных для определенных классов оборудования. В примерах приложения А предложена приоритетность данных, однако она может изменяться в зависимости от установки или цели использования. Для некоторых данных по конкретному оборудованию может быть затруднительно организовать сбор данных низкого приоритета, однако их наличие может быть полезным при проведении анализа конкретного оборудования.

Таблица 5 — Данные по оборудованию, общие для всех классов оборудования

Категория данных	Данные	Таксономический уровень[a]	Бизнес-сегмент (примеры)			
			Разведка и добыча	Транспортировка и логистика	Переработка и сбыт	Нефтехимия и газохимия
Характеристики использования/местоположения	Отрасль	1	Нефтяная	Газовая	Нефтяная	Нефтегазохимическая
	Бизнес-сегмент	2	Разведка и добыча	Транспортировка и логистика	Переработка и сбыт	Нефтехимия и газохимия
	Назначение сооружения	3	Добыча нефти и газа	Трубопровод	Установка переработки	Нефтехимия и газохимия
	Код или наименование сооружения	3	«Дельта»	Газопровод «Бета»	Установка переработки «Чарли»	Химическая установка «Дельта»
	Код или наименование владельца	4	«Смит Лтд.»	«Джонсен Инк.»	«ДПЛ Корп.»	ABC ACA
	Местоположение	3	*Баренцево море*	*Мурманская обл.*	*Ленинградская обл.*	*Тюменская обл.*
	Тип сооружения	4	Нефтегазовая платформа	Компрессорная станция	Установка гидрокрекинга	Установка этиленового крекинга
	Код или наименование сооружения	4	Альфа 1	КС 3	УГК 2	УЭК 1
	Секция/система	5	Подготовка нефти	Компримирование	Реакционная система	Реакционная система
	Категория управления	5	Дистанционное управление	Дистанционное управление	Управление персоналом	Управление персоналом
Характеристики оборудования	Класс оборудования (см. приложение А)[b]	6	Насос	Компрессор	Теплообменник	Нагреватель
	Тип оборудования (см. приложение А)[b]	6	Центробежное	Центробежное	Кожухотрубное	С огневым нагревом
	Обозначение/местоположение оборудования (инвентарный номер) [b, c]	6	Р-101-А	С1001	С-21	Н-1

Продолжение таблицы 5

Категория данных	Данные	Таксономический уровень[a]	Бизнес-сегмент (примеры)			
			Разведка и добыча	Транспортировка и логистика	Переработка и сбыт	Нефтехимия и газохимия
Характеристики оборудования	Описание оборудования (номенклатура)	6	Перекачивающий насос	Основной компрессор	На выходе из реакционной системы	Нагреватель сырья
	Уникальный инвентарный номер оборудования[c]	6	12345XL	10101	Cxy123	909090
	Производитель[b,d]	6	Джонсон	Уайли	Смит	Андерсон
	Обозначение модели производителя[e]	6	Mark I	CO_2	GTI	SuperHeat A
	Проектные данные по каждому классу оборудования, подвиду/элементу (если применимо), например: емкость, мощность, скорость, давление, резервирование, применимые стандарты (см. также приложение А)	6—8	Определяется для конкретного оборудования	Определяется для конкретного оборудования	Определяется для конкретного оборудования	Определяется для конкретного оборудования
Эксплуатация (нормальный режим)	Нормальное эксплуатационное состояние/режим[b]	6	Рабочее	Активный резерв	Периодический режим	Рабочее
	Дата пуска в эксплуатацию	6	1 января 2003 г.	1 января 2003 г.	1 января 2003 г.	1 января 2003 г.
	Дата начала выполнения текущей функции[b]	6	1 февраля 2003 г.	1 февраля 2003 г.	1 февраля 2003 г.	1 февраля 2003 г.
	Период наблюдения (расчетный), ч	6	8950	8000	5400	26300
	Период эксплуатации[f] (измеренный/расчетный), ч	6	7540	675	2375	22870
	Количество периодических испытаний в течение срока наблюдения[a] (если применимо)[b,g]	6—8	4	2	2	4
	Количество эксплуатационных запросов в течение срока наблюдения (если применимо)[b,g]	6—8	4	5	11	3
	Количество скважин, пробуренных в период наблюдения[b,h]	4	42	Не применимо	Не применимо	Не применимо
	Параметры эксплуатации по каждому классу оборудования, например условия среды, рабочая мощность (см. приложение А)	6	Определяется для конкретного оборудования	Определяется для конкретного оборудования	Определяется для конкретного оборудования	Определяется для конкретного оборудования

Окончание таблицы 5

Категория данных	Данные	Таксономический уровень[a]	Бизнес-сегмент (примеры)			
			Разведка и добыча	Транспортировка и логистика	Переработка и сбыт	Нефтехимия и газохимия
Дополнительная информация	Дополнительная текстовая информация, если применимо	6	Привести, если необходимо	Привести, если необходимо	Привести, если необходимо	Привести, если необходимо
	Источник данных, например схемы трубопроводов и КИП, таблицы данных, система ТО	6	Привести, если необходимо	Привести, если необходимо	Привести, если необходимо	Привести, если необходимо

[a] См. определения на рисунке 3.

[b] Приведен минимальный объем данных, подлежащих сбору.

[c] Отдельная единица оборудования имеет уникальный инвентарный номер оборудования (серийный номер), который может потребоваться при документировании возможных замен на уровне оборудования. Технологический номер означает функцию и местоположение оборудования. Если единица оборудования заменена, например при проведении капитального ремонта, технологический номер (и номер части оборудования) остается неизменным, а серийный номер изменяется. Оператор и поставщик оборудования могут использовать разные уникальные инвентарные номера оборудования для одной конкретной единицы оборудования. См. также Е.3.3 *ГОСТ Р ИСО 15926-2—2010*, где приведена более подробная информация.

[d] Данные о производителе могут относиться к более низким уровням, например уровням 7 и 8.

[e] Данные по конкретному оборудованию (на уровнях 6—8 таксономии, см. рисунок 3) могут быть указаны в отдельных полях для классов оборудования, подвидов или единиц ТО, что позволит отразить развитие технологии, различие между старыми и новыми технологиями в процессе сбора и анализа данных по надежности.

[f] Оборудование может быть использовано на различных этапах освоения, например оборудование, используемое при строительстве скважин.

[g] См. дополнительную информацию о количестве запросов в С.1.3.

[h] Применяется только к классам оборудования, относящимся к строительству скважин.

9.5 Данные об отказе

Единый подход к определению отказов и методу классификации отказов считают значимым при объединении данных, полученных из нескольких источников (установок и операторов), в единую базу данных по НиТО.

Для регистрации данных об отказе необходимо использовать типовую форму отчета, приведенную в таблице 6 (также см. таблицу 3), для всех классов оборудования. Для некоторых классов оборудования, например систем подводной добычи, могут потребоваться небольшие корректировки.

Таблица 6 — Данные об отказе

Категория данных	Регистрируемые данные	Описание
Идентификационные	Запись об отказе[a]	Уникальный идентификационный номер записи об отказе
	Функция/местоположение оборудования[a]	Например, технологический номер (см. таблицу 5)
Данные об отказе	Дата отказа[a]	Дата обнаружения отказа (год/месяц/день)
	Вид отказа[a]	Обычно на уровне вида оборудования (уровне 6) (см. В.2.6)[d]
	Влияние отказа на безопасность установки (в т. ч. на персонал, окружающую среду, сооружения)[b]	По количественной или качественной классификации последствий отказов (см. также С.1.10)
	Влияние отказа на эксплуатацию установки (т. е. добычу, бурение, внутрискважинные операции)[b]	По количественной или качественной классификации последствий отказов (см. также С.1.10)

Окончание таблицы 6

Категория данных	Регистрируемые данные	Описание
Данные об отказе	Влияние отказа на функции оборудования[a]	Оказанный эффект на функции вида оборудования (уровень 6): критический, ухудшающий или начальный отказ[e]
	Механизм отказа	Физические, химические или иные процессы, приведшие к отказу (см. таблицу В.2)
	Причина отказа[c]	Обстоятельства, возникшие при проектировании, изготовлении или использовании, приведшие к отказу (см. таблицу В.3)
	Подвид	Наименование подвида, в котором возник отказ (см. примеры в приложении А)
	Элемент/единица ТО	Наименование элемента/единицы ТО, в котором(ых) возник отказ (см. приложение А)
	Метод обнаружения	Каким способом был обнаружен отказ (см. таблицу В.4)
	Состояние при отказе[a]	Периодический режим, пуск, рабочее состояние, нагруженный резерв, состояние бездействия, ненагруженный резерв, испытание
	Тип операции при отказе[f]	Тип выполнявшейся операции при отказе
	Классификация видов отказов СПАЗ[g]	Классификация отказов по определенным событиям (см. F.2)[h]
Примечания	Дополнительная информация	Приводится, при наличии, более подробная информация об обстоятельствах, приведших к отказу: при отказе резервного оборудования, причине отказа и др.

[a] Приведен минимальный объем данных, подлежащих сбору.
[b] См. пример классификации последствий отказов в таблице С.2.
[c] Причина отказа и иногда механизм отказа могут быть неизвестны в момент сбора данных, поскольку для этого обычно требуется провести анализ основной причины. Данный анализ необходимо проводить для отказов со значительными последствиями, высокой стоимостью ремонта/простоя или для отказов, возникающих существенно чаще по сравнению с «нормой» для данного вида оборудования/класса оборудования.
[d] Для некоторых категорий оборудования, например систем подводной добычи, рекомендуется также регистрировать виды отказов на более низких таксономических уровнях, чем вид оборудования.
[e] Для некоторых категорий оборудования и задач использования может быть достаточным регистрировать только критические и некритические (ухудшающие и начальные) отказы.
[f] Применимо для отдельного оборудования, например оборудования для бурения, заканчивания и капитального ремонта скважин. Таблица кодов зависит от категории оборудования. Необходимо указать тип операции, выполнявшейся в момент отказа, например: бурение, спуско-подъемные операции, цементирование, перфорация, глушение и др.
[g] Применяется для внутренних задач компании, а также для использования на конкретной установке. При обобщении данных следует обеспечить соответствие классификации одинаковых классов оборудования на одной или разных установках.
[h] Классификация отказов (опасный скрытый, опасный обнаруженный, безопасный скрытый, безопасный обнаруженный) определена в *ГОСТ Р МЭК 61508-4* (см. также *[1]*).

Минимальный объем данных (см. сноску «*а*» таблицы 6) требуемый для выполнения задач, определен настоящим стандартом. Сбор дополнительных категорий данных может существенно улучшить эффективность использования данных по НиТО (см. приложение D).

9.6 Данные по техническому обслуживанию

9.6.1 Общие положения

ТО проводят при возникновении следующих обстоятельств:
- при устранении последствий отказов (корректирующее ТО) с регистрацией отказов по 9.5;
- предотвращении отказов путем выполнения ПТО.

Для регистрации данных по ТО необходимо использовать идентичную форму отчетности для всех классов оборудования. Перечень необходимых данных приведен в таблице 8. Для отдельных классов оборудования, например систем подводной добычи, может потребоваться небольшая корректировка формы.

Минимальный объем данных, обозначенный символом «*», требуемый для выполнения задач, определенных настоящим стандартом, приведен в таблице 7. Сбор дополнительных категорий данных может существенно повысить эффективность использования данных по НиТО (см. приложение D).

9.6.2 Категории технического обслуживания

Двумя основными категориями ТО являются:

- ТО, выполняемое с целью восстановления технического состояния объекта после отказа (корректирующее ТО);

- ТО, выполняемое для предотвращения отказа объекта (ПТО). Частью ПТО могут быть проверки (обследования, испытания) состояния и параметров работы оборудования с целью принятия решения о необходимости дополнительных работ по ПТО.

Примечание — Модернизация не является категорией ТО, хотя часто выполняется организацией, проводящей ТО. Модернизация может оказать влияние на надежность и параметры работы оборудования.

Основные категории ТО более детально представлены на рисунке 6. Основные виды работ по ТО приведены в таблице В.5.

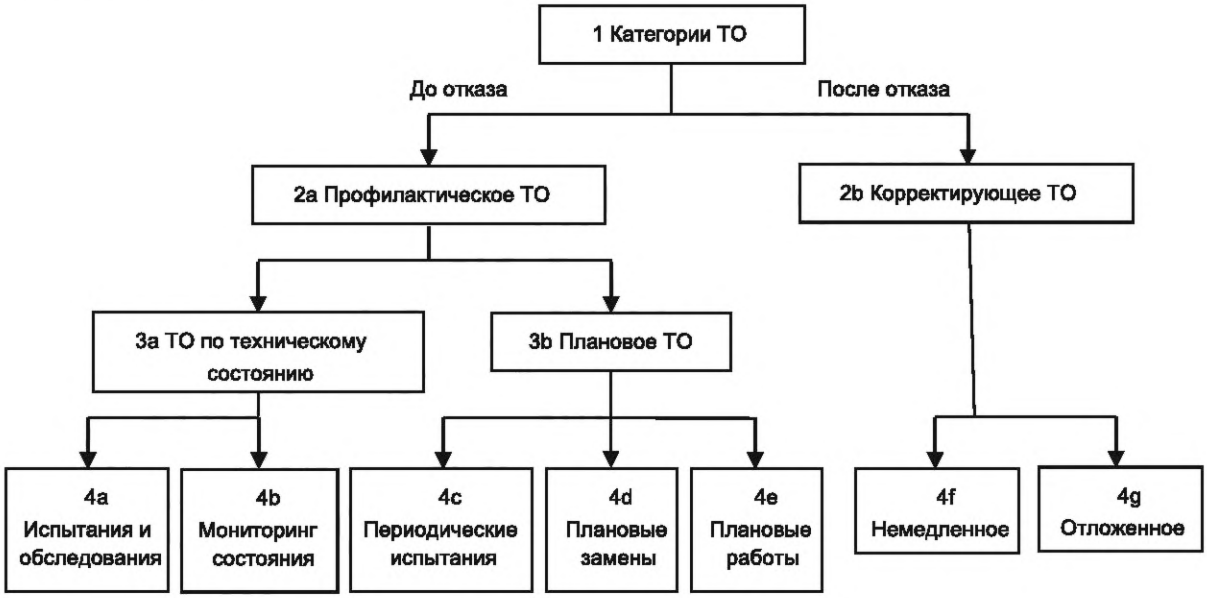


Рисунок 6 — Категории технического обслуживания

Примечания

1 Периодические испытания (4c) (см. *3.48*) для выявления возможных скрытых отказов.

2 Термин «плановые работы» (4e) в настоящем стандарте использован для описания крупных и малых работ по продлению срока эксплуатации.

3 Отложенное ТО (4g) также включает плановое корректирующее ТО, например в тех случаях, когда наработка до отказа является выбранной стратегией управления отказами.

9.6.3 Документирование данных по техническому обслуживанию

9.6.3.1 Корректирующее техническое обслуживание

В минимальном варианте для обеспечения документирования данных по надежности объекта необходимо составлять отчеты о проведении корректирующего ТО, направленного на устранение последствий отказа.

При проведении анализа данных об отказах оборудования необходимо внимательно рассматривать повторяющиеся отказы одного оборудования и критические отказы на оборудовании, критически значимом для обеспечения производства. В таких случаях допускается применять метод анализа основных причин, учитывающий характеристики отказа (вид отказа, причину отказа и механизм отказа).

Для предотвращения повторных отказов, продления срока эксплуатации или повышения эффективности более раннего обнаружения отказов могут потребоваться корректирующие мероприятия.

9.6.3.2 Профилактическое техническое обслуживание

При документировании результатов работ, выполненных в рамках корректирующего ТО и ПТО, необходимо использовать единый подход, что позволит обеспечить получение следующей дополнительной информации:

- отчета в полном объеме о жизненном цикле объекта (все отказы и работы по ТО);
- общих ресурсов, затраченных на ТО [трудоемкость, запасные части, инструменты и принадлежности (ЗИП)];
- общей продолжительности простоя и, следовательно, общей готовности оборудования, как технической, так и эксплуатационной (см. приложение С);
- соотношения работ по корректирующему ТО и ПТО.

Документацию о работах по ПТО следует использовать в основном инженеру по ТО, а также, при необходимости, инженеру по надежности при определении или оценке готовности оборудования. В анализе жизненного цикла учитывают не только отказы, но и работы по ТО, направленные на восстановление полного ресурса объекта. Предупредительное ТО часто проводят на более высоком уровне (например, блоке оборудования), поэтому данные по низким уровням (подвид, единица ТО) могут отсутствовать. Данное обстоятельство следует принимать во внимание при определении, документировании и анализе данных по ПТО.

При выполнении работ по ПТО могут быть обнаружены и устранены возможные отказы. Такие отказы должны быть документированы так же, как и другие отказы, с указанием корректирующих мероприятий, хотя это и произошло в рамках работ по ПТО. В этом случае следует учитывать метод обнаружения отказа, зависящий от типа ПТО. Также необходимо учитывать, что некоторые небольшие отказы могут быть исправлены в ходе ПТО и не будут отражены в отчетности как отдельные отказы. Практический подход в разных компаниях может различаться, и специалисту по сбору данных следует это принимать во внимание при определении возможных типов и количества отказов, обнаруженных в ходе ПТО.

9.6.3.3 Программа профилактического технического обслуживания

В максимальном варианте документирования данных по ТО следует также включать программу ТО. Добавление данных о программе ТО позволит учитывать различия между плановыми и фактическими работами по ПТО (перечень невыполненных работ). Увеличение перечня невыполненных работ показывает, что управление состоянием установки становится опасным и может при неблагоприятных обстоятельствах нанести ущерб оборудованию, привести к загрязнению или травмам персонала. Разработку концепции ТО (в целях разработки программы ПТО до начала эксплуатации) для различных категорий оборудования и соответствующих им классов оборудования рекомендуется осуществлять с использованием настоящего стандарта.

ТО по техническому состоянию считают наиболее значимым для некоторых категорий оборудования, например динамического оборудования. При учете результатов контроля технического состояния в целях ПТО следует также использовать данные по отказам и ТО, указанные в настоящем стандарте. Наличие системы контроля технического состояния и соответствующих руководств по эксплуатации является важным для эффективного ТО по состоянию.

Перечень данных, подлежащих сбору, и возможные преимущества для различных категорий данных приведены в таблицах 7, 8. Более детальная информация о требованиях к данным для использования в различных целях приведена в приложении D.

Таблица 7 — Данные по техническому обслуживанию

Категория данных	Регистрируемые данные	Описание[a]
Идентификационные	Запись о ТО[b]	Уникальный идентификационный номер записи о ТО
	Функция/местоположение оборудования[b]	Например, технологический номер (см. таблицу 5)
Данные по ТО	Дата ТО[b]	Дата, когда ТО выполнено или запланировано (дата начала работ)

Окончание таблицы 7

Категория данных	Регистрируемые данные	Описание[a]
Данные по ТО	Категория ТО[b]	Основная категория (корректирующее, профилактическое)
	Приоритет ТО	Высокий, средний, низкий
	Интервал между ТО (плановый)	Интервал (временной или выраженный в эксплуатационных показателях) (не применимо для корректирующего ТО)
	Работы по ТО	Описание работ по ТО (см. таблицу В.5)
	Влияние ТО на эксплуатацию установки	Полное, частичное, нулевое
	Подвид оборудования	Наименование подвида оборудования (см. приложение А)[c] (допустимо не указывать для ПТО)
	Элемент/единица ТО	Указывают элемент/единицу ТО, где выполнялись работы (см. приложение А) (допустимо не указывать для ПТО)
	Источник ЗИП	Наличие ЗИП (на месте, с другой установки, поставка от производителя)
Ресурсы ТО	Трудоемкость по видам работ[d]	Трудоемкость ТО по видам работ (механические, электрические, КИП и др.)
	Общая трудоемкость	Общая трудоемкость ТО
	Оборудование и технические средства[d]	Например, судно для внутрискважинных работ, кран
Периоды ТО	Оперативная продолжительность ТО[e, b]	Интервал времени, в течение которого выполнялись работы по ТО на оборудовании (см. также определения в таблице 4)
	Продолжительность неработоспособного состояния	Интервал времени, в течение которого оборудование находилось в неработоспособном состоянии (см. также таблицу 4 и рисунок 4)
	Задержки/проблемы	Причины долгого простоя, в т. ч. логистические, погодные, из-за необходимости строительных лесов, отсутствия ЗИП, задержки ремонтной бригады и др.
Примечания	Дополнительная информация	Приводится, при наличии, более подробная информация о работах и ресурсах ТО

[a] Приводится для корректирующего ТО и ПТО, исключая указанные случаи.

[b] Приведен минимальный объем данных, подлежащих сбору.

[c] Для корректирующего ТО подвид обычно совпадает с указанным в отчете об отказе (см. таблицу 6).

[d] Для систем подводной добычи необходимо указывать следующее:

- тип основного технического(их) средства (средств) и количество дней использования (например, буровая установка, водолазное судно, судно обеспечения работ);
- тип дополнительных ресурсов и количество часов использования, например: работы водолазов, ДУИ, телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов, персонала платформы.

[e] Для выполнения анализов БГР и НОТО предпочтительно располагать данной информацией. В настоящее время эта информация нерегулярно регистрируется в системах управления ТО. Необходимо усовершенствовать регистрацию данной информации для определения причин длительных простоев.

Таблица 8 — Возможное использование данных по техническому обслуживанию

Собираемые данные	Приоритетность сбора данных	Примеры
Работы по корректирующему ТО	Требуется	Продолжительность ремонта (СОПР, СВВ). Объем работ по корректирующему ТО. Стратегия замен/ремонта
Фактические работы по ПТО	По возможности	Архивные данные жизненного цикла оборудования. Общие ресурсы, затраченные на ТО. Общая продолжительность простоя. Влияние ПТО на интенсивность отказов. Соотношение между корректирующим ТО и ПТО
Плановые работы по ПТО (программа ПТО)	По возможности	Различия между фактическими и плановыми работами по ПТО (журнал невыполненных работ). Корректировка программы на основе полученного опыта (методы, ресурсы, периодичность)

Приложение А
(справочное)

Характеристики классов оборудования

А.1 Рекомендации

А.1.1 Общие сведения

Приложение А содержит примеры классификации стандартного оборудования, используемого в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности, в соответствии с его таксономией, границами и учетными данными. Эти данные по каждому виду оборудования носят справочный характер. Нормативные данные (например, вид отказа) для указанного в примерах оборудования приведены в приложении В.

К некоторым подвидам, используемым в большинстве классов оборудования (например, система управления и мониторинга, система смазки, система охлаждения), применен стандартизованный подход. В результате общее количество таблиц с описанием различных категорий данных и определений уменьшилось так же, как и количество нестандартных определений и кодов для каждого отдельно взятого вида оборудования. Таким образом, пользователь должен использовать категории и коды, применимые к оборудованию, данные для которого собираются. Классификация, приведенная в примерах, может не подойти для оборудования уникальной конструкции. В этом случае требуется нестандартная классификация.

В таблицах, содержащих описание подвида оборудования, рекомендуется указывать следующую информацию:

a) графа «Ремонтопригодные объекты/части» по необходимости, например для добавления КИП;

b) графа «Прочее», если в графе «Ремонтопригодные объекты/части» информация отсутствует, или

c) категория «Не установлено» при отсутствии достаточной информации.

В настоящем приложении использованы следующие классы приоритетов: высокий, средний и низкий. При их расшифровке высокий приоритет можно приравнять к обязательному требованию, средний — к наиболее предпочтительному, а низкий — к желательному.

А.1.2 Определение границ

Целями определения границ являются обеспечение общего понимания подвидов/элементов и ремонтопригодных объектов/частей, находящихся в границе конкретного вида оборудования, и, таким образом, указание относительно того, какие отказы и события ТО будут записаны. Для определения границ рекомендуется придерживаться следующих правил:

a) запрещается добавлять объекты оригинальной конструкции или объекты, определяемые конфигурацией. Следует добавлять только те объекты, которые считаются общими для рассматриваемого класса оборудования, чтобы сравнивать подобное с подобным;

b) следует исключать из границ класса оборудования подсоединенные объекты, кроме тех случаев, когда они указаны в подробном описании границ. Отказы в месте соединения (например, утечка) и те из них, которые невозможно отнести только к подсоединенному объекту, необходимо включать в пределы границ;

c) если привод и приводимая установка задействуют общий подвид (например, систему смазки), отказ и события ТО этого подвида, как правило, следует связывать с приводимой установкой;

d) добавление КИП в пределы границ допускается только при наличии отдельной функции управления и/или мониторинга для такого вида оборудования и/или если КИП установлены непосредственно на данный вид оборудования. Контрольно-измерительную аппаратуру общего назначения (например, систему SCADA), как правило, не следует включать в пределы границ;

e) при определении объектов в границе класса оборудования следует использовать схемы трубопроводов и КИП по назначению.

Примеры схематического изображения границ для оборудования разных классов приведены в А.2.2—А.2.10. Приведенный перечень примеров не является исчерпывающим для категорий оборудования, рассматриваемых в настоящем стандарте, но содержит примеры определения таксономии для стандартного оборудования, используемого в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности.

А.1.3 Данные, общие для всех классов оборудования

Таблица 5 содержит рекомендации в отношении сбора данных, общих для всех классов оборудования.

Необходимо отметить, что некоторые данные, представленные в таблице 5, актуальны не для всех категорий оборудования. Это относится, например, к информационным полям «Количество запросов на проведение периодических испытаний в период наблюдения по мере необходимости» и «Количество запросов на эксплуатацию в период наблюдения по мере необходимости». Использование этих данных в анализе надежности подробнее рассмотрено в С.1.3.

Кроме того, в настоящем приложении приведены некоторые данные, характерные для конкретных классов оборудования. Эти данные оказались полезными при сравнении рабочих параметров (проведении сравнительного анализа) оборудования.

Такие проектные особенности, специфические для каждого класса оборудования, следует учитывать в зависимости от степени детальности классификации оборудования, необходимой сборщику данных. Сбор данных представляет собой поиск оптимального баланса между стоимостью получения этих данных (зачастую высокой) и их ценностью в связи с конкретными требованиями по определению каждого класса оборудования для заданных видов анализа. Доступность данных в источнике(ах) также устанавливает пределы возможностей для сбора данных. Для каждого типа данных указана степень значимости, ранжирование по которой может различаться в зависимости от предпочтений разных пользователей и с учетом специфики области применения.

А.1.4 Классификация и область применения оборудования

В таблицах А.1—А.4 приведена методология объединения разных примеров оборудования и их областей применения, рассматриваемых в настоящем стандарте. Данные списки не являются исчерпывающими, но они предназначены для демонстрации основных классов оборудования и систем и способов их объединения в категории. Примененная классификация должна соответствовать планируемому использованию и собираемым данным (см. 7.1.2). В таблицах А.1—А.4 представлена классификация, соответствующая таксономическим уровням, показанным на рисунке 3:

- в таблице А.1 приведена рекомендация по объединению оборудования в группы в зависимости от назначения сооружения (уровень 3 в таксономической иерархии);
- в таблице А.2 — рекомендация по классификации оборудования по типу сооружения (уровень 4), как показано в таблице 5;
- таблица А.3 содержит перечень соответствующих секций/систем (уровень 5) в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности, где можно использовать оборудование в соответствии с настоящим стандартом. Системы, в которых применяется оборудование, необходимо записывать единым параметром в общие данные об оборудовании (см. таблицу 5, категория «Характеристики использования/местоположения»);
- в таблице А.4 представлены стандартные примеры видов оборудования, используемых в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности в соответствии с настоящим стандартом (уровень 6), а также приведены таксономии оборудования, описанные в примерах в А.2.1. Соответствующие виды отказов для аналогичных примеров оборудования содержатся в разделе В.2.6. Для выбранных классов оборудования также перечислены некоторые ссылки, связанные с оборудованием (например, стандарты ИСО и МЭК).

В классификации, приведенной в таблицах А.1—А.3, использованы термины «разведка и добыча», «транспортировка и логистика», «переработка и сбыт» и «нефтехимия и газохимия» (см. определение этих терминов соответственно *3.66, 3.68, 3.67, 3.69*).

Категории оборудования в таблице А.4 различают по функциям и выделяют приоритетные классы оборудования, рассматриваемые в настоящем стандарте, например: основные операции, такие как вращение, механическое и электрическое. При этом остальные категории относят к группам областей применения процесса, например бурение, подводная добыча и вспомогательные ресурсы.

Необходимо отметить, что в *[4]* использована стандартная система кодирования себестоимости, в которой система классификации физических объектов (PBS) и код ресурсов (COR) также описывают системы, перечисленные в таблице А.3, и оборудование, перечисленное в таблице А.4, соответственно.

Функциональные блоки производственной технологии в нефтегазовой производственно-сбытовой цепочке приведены на рисунке А.1.

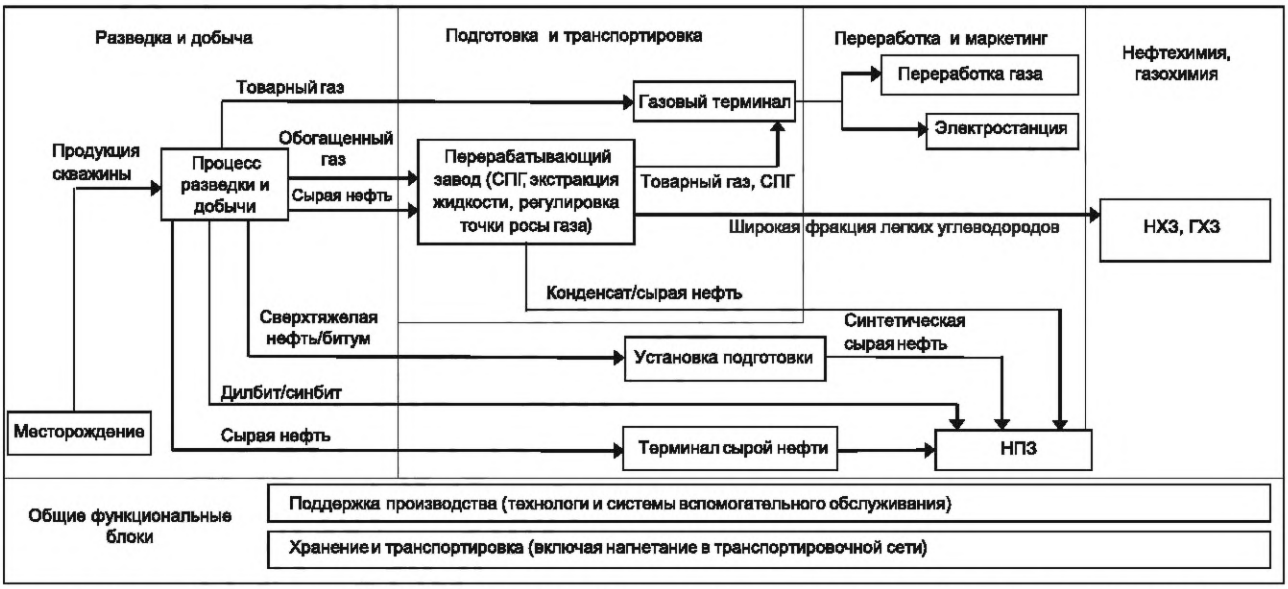


Рисунок А.1 — Функциональные блоки производственной технологии в нефтегазовой производственно-сбытовой цепочке (уровень 3)

Таблица А.1 — Назначение сооружения (уровень 3)

Бизнес-сегмент			
Разведка и добыча	Транспортировка и логистика	Переработка и маркетинг	Нефте- и газохимия
Нефтегазопромысловое сооружение (морское/ береговое). Сооружение для парогравитационного дренажа (береговое). Буровая установка (морская/береговая). Морское судно. Терминал. Трубопровод. Платформа для СПГ	СПГ. СУГ. Подготовка газа. Терминал. Месторождение. Транспортировка. Трубопровод	Переработка. Конверсия газа. Электростанция. Трубопровод. Терминал	Нефтехимический комплекс. Газохимический комплекс. Терминал. Трубопровод
Примечания 1 Транспортировка включает все виды транспортировки (по воде, железной дороге и автомобильным транспортом). 2 Конверсия газа включает в себя процесс переработки газа в синтетическое жидкое топливо (СЖТ). 3 Объединенное производство электроэнергии и тепла (CHP) относится к электростанции. 4 Буровая установка может быть отдельной или входить в состав другого морского/берегового сооружения.			

Таблица А.2 — Классификация по типу сооружения (уровень 4)

Бизнес-сегмент			
Разведка и добыча	Транспортировка и логистика	Переработка и сбыт	Нефтехимия и газохимия
Буровые Мобильная морская буровая установка (ММБУ). Береговая буровая установка. Морские Морская платформа. Плавучая установка для добычи, хранения и отгрузки (FPSO). Плавучая установка для бурения, добычи, хранения и отгрузки (FDPSO). Плавучее нефтеналивное хранилище (FSU). Стационарная платформа на ферменной несущей конструкции и с растяжками. Морская платформа на натяжных связях (TLP). Морская отгрузка. Подводная добыча. Судовые Судно обеспечения подводных работ (SISV). Судно-трубоукладчик. Береговые Береговой технологический комплекс: типовые скважины. Береговой технологический комплекс: нестандартные скважины	Установка отвода ШФЛУ. Установка фракционирования ШФЛУ. Компрессорная станция на трубопроводе. Насосная станция на трубопроводе. Вспомогательные ресурсы. Отгрузка	Переработка и сбыт (процесс) Процесс переработки газа в синтетическое жидкое топливо (СЖТ). Объединенное производство электроэнергии и тепла (CHP). Биотопливо. Переработка (процесс) Установка первичной переработки нефти. Установка замедленного коксования. Установка гидроочистки. Установка флюид-каталитического крекинга. Установка производства серы. Установка производства водорода. Установка очистки хвостовых газов. Общие сведения Вспомогательные ресурсы. Объекты общезаводского хозяйства и инженерно-технического обеспечения	Метанол. Этилен. Уксусная кислота. Полиэтилен. Полипропилен. Поливинилхлорид. Вспомогательные ресурсы. Объекты общезаводского хозяйства и инженерно-технического обеспечения

Таблица А.3 — Классификация по секции/системе (уровень 5)

Бизнес-сегмент			
Разведка и добыча	Транспортировка и логистика	Переработка и сбыт	Нефтехимия и газохимия
Подготовка (общие сведения) S1 Подготовка/переработка нефти. S2 Подготовка/переработка газа. S3 Нагнетание воды. S4 Экспорт нефти/конденсата. S5 Экспорт газа. S6 Хранение Вспомогательные ресурсы разведки и добычи[a] S7 Установка очистки нефтесодержащей воды. S8 Закрытая дренажная система. S9 Метанол. S10 Топливный газ. S11 Пресная вода Морские системы S12 Балластовая вода. S13 Морская вода. S14 Удержание в заданной точке. S15 Подготовительная работа ледокола Бурение и скважина S16 Буровые сооружения. S17 Процесс бурения. S18 Управление бурением скважины. S19 Управление бурением и мониторинг. S20 Райзер и верхняя часть скважины. S21 Добывающие/нагнетательные скважины[b]. S22 Заканчивание скважины. S23 Капитальный ремонт скважины Подводные работы S24 Подводные системы, шлангокабели, райзеры и промысловые трубопроводы[c]. S25 Подводный ремонт. S26 Подводная подготовка. S27 Вспомогательные ресурсы подводной подготовки	Подготовка (общие сведения) S28 Подготовка/переработка нефти. S29 Подготовка/переработка газа. S30 Экспорт нефти/конденсата. S3 Экспорт газа Вспомогательные ресурсы транспортировки и логистики S32 Топливный газ. S33 Установка по очистке сточных вод Подготовка СПГ S34 Переработка газа. S35 Сжижение. S36 Фракционирование. S37 Рефрижерация. S38 Хранение и отгрузка СПГ Вспомогательные ресурсы СПГ S39 Хранилище хладагента	Первичная переработка нефти S40 Линия предварительного нагрева. S41 Деминерализация. S42 Атмосферная дистилляция. S43 Вакуумная дистилляция Гидроочистка S44 Подача. S45 Реакция. S46 Повторная переработка. S47 Отгонка. S48 Осушка Флюид-каталитический крекинг S49 Подача. S50 Конверсия. S51 Компрессия газа. S52 Очистка газа. S53 Дистилляционная установка удаления бутана Вспомогательные ресурсы переработки и сбыта S54 Топливный газ. S55 Очистка отработанных газов от серы и азота. S56 Очистка сточных вод	Подготовка — общие сведения S57 Паровой риформинг для получения водорода. S58 Изомеризация. S59 Извлечение фенолов. S60 Полимеризационная установка. S61 Сольвентная деасфальтизация. S62 Сольвентная депарафинизация. S63 Экстракция растворителем. S64 Паровой крекинг. S65 Риформинг метана паром. S66 Сероочистка
Системы обеспечения безопасности и управления (применимо для всех бизнес-сегментов) S67 Аварийный сброс давления (АСД) (сброс) (см. таблицу А.1, система 3 *[1]*). S68 Аварийная остановка (АО) (см. таблицу А.1, система 1 *[1]*). S69 ОТП (см. таблицу А.1, система 2 *[1]*). S70 Обнаружение пожара и утечек газа (см. таблицу А.1, система 6 *[1]*). S71 Вода для пожарных нужд (см. таблицу А.1, система 7 *[1]*). S72 Система пожаротушения (см. таблицу А.1, система 8 *[1]*). S73 Факельная система (см. таблицу А.1, система 20 *[1]*).			

Окончание таблицы А.3

Бизнес-сегмент			
Разведка и добыча	Транспортировка и логистика	Переработка и сбыт	Нефтехимия и газохимия
S74 Контроль технологического процесса (см. таблицу А.1, система 20 *[1]*). S75 Аварийная связь[d] (см. таблицу А.1, система 11 *[1]*). S76 Система эвакуации (см. таблицу А.1, система 12 *[1]*). S77 Инертный газ (в том числе грузовой резервуар танкера и подушка). S78 Открытая дренажная система Вспомогательные ресурсы (применимо для всех бизнес-сегментов) S79 Паровые коммуникации. S80 Главное электропитание[e]. S81 Аварийное электропитание (см. таблицу А.1, система 18 *[1]*). S82 Электроснабжение ответственных потребителей[e]. S83 Воздух для КИП. S84 Технический воздух. S85 Охлаждение. S86 Нагрев. S87 Азот. S88 Закачка химреагентов (см. таблицу А.1, система 10 *[1]*). S89 Отгрузка (см. таблицу А.1, система 15 *[1]*). S90 Дозаправка топливом вертолета. S91 Защита электропитания. S92 Коммерческий учет Дополнительные системы[f] (применимо ко всем бизнес-сегментам) S93 Телекоммуникации[d] (см. таблицу А.1, система 19 *[1]*). S94 Система обогрева, вентиляции и кондиционирования воздуха (см. таблицу А.1, система 21 *[1]*). S95 Отключение (см. таблицу А.1, система 13 *[1]*). S96 Погрузочно-разгрузочные работы (см. таблицу А.1, система 22 *[1]*). S97 Водолазные работы с автономным дыхательным аппаратом (см. таблицу А.1, система 31 *[1]*)			
[a] Данные секции/системы также могут быть применимы к переработке и сбыту, а также в области нефтехимии и газохимии, кроме случаев отдельного указания на данные категории. [b] Добывающие и нагнетательные скважины включают в себя надводное устьевое оборудование и фонтанную арматуру. [c] Подводные системы, шлангокабели, райзеры и промысловые трубопроводы включают систему подводной добычи. [d] Что касается телекоммуникаций, их можно разделить или расширить до следующих систем: безопасности, связи, навигационных средств, предупреждения столкновений и сбора гидрометеорологических данных. [e] В том числе выработка и распределение электроэнергии. [f] Что касается различия между дополнительными системами и вспомогательными ресурсами, то дополнительные системы обеспечивают дополнительную помощь и поддержку. В отличие от вспомогательных ресурсов, которые обслуживают разное оборудование, дополнительные системы предусматривают поддержку одной системы, например дополнительный топливный бак для двигателя.			

Таблица А.4 — Класс оборудования (уровень 6)

Категория оборудования	Класс оборудования (уровень 6)	Код класса оборудования	Пример в приложении А	Ссылки
Динамическое (см. А.2.2)	Воздуходувки и вентиляторы[a]	BL	Отсутствует	См. *[5], [6], [7], [8]*
	Центрифуги	CF		—
	Двигатели внутреннего сгорания	CE	А.2.2.1	По *ГОСТ 31420, ГОСТ Р 53986, ГОСТ Р 53987, ГОСТ ISO 8528-5, ГОСТ ISO 8528-6, ГОСТ ISO 8528-8, ГОСТ ISO 8528-12, ГОСТ Р ИСО 8528-2, ГОСТ Р ИСО 8528-7* (см. *[9], [10]*)

Продолжение таблицы А.4

Категория оборудования	Класс оборудования (уровень 6)	Код класса оборудования	Пример в приложении А	Ссылки
Динамическое (см. А.2.2)	Компрессоры	CO	А.2.2.2	См. *[11], [12], [13], [14].* По *ГОСТ Р 54802, ГОСТ 31843* (см. *[15], [16], [17], [18], [19], [20], [21]*)
	Электрогенераторы	EG	А.2.2.3	См. *[22], [23], [24], [25]*
	Электродвигатели	EM	А.2.2.4	По *ГОСТ IEC 60034-12* *(см. [26], [27], [28], [29], [30], [31], [25]*)
	Газовые турбины	GT	А.2.2.5	По *ГОСТ Р 51852, ГОСТ Р 52200, ГОСТ ISO 3977-3, ГОСТ ISO 3977-4, ГОСТ Р 55798* (см. *[32], [33]*)
	Жидкостные детандеры	LE	Отсутствует	—
	Мешалки	MI		—
	Насосы	PU	А.2.2.6	По *ГОСТ 32601* (см. *[34], [35], [36], [37], [38], [39], [40]*)
	Паровые турбины	ST	А.2.2.7	См. *[41], [42], [43], [44], [45]*
	Турбодетандеры	TE	А.2.2.8	См. *[16], [17]*
Механическое (см. А.2.3)	Конвейеры и элеваторы	CV	Отсутствует	—
	Краны	CR	А.2.3.1	—
	Фильтры, в том числе сетчатые	FS	Отсутствует	—
	Теплообменники	HE	А.2.3.2	См. *[46], [47], [48], [49], [50], [51], [52] — [54]* По *ГОСТ 31842, ГОСТ ISO 13706, ГОСТ Р ИСО 15547-1, ГОСТ ISO 15547-2.*
	Нагревательные и котельные установки	HB	А.2.3.3	По *ГОСТ Р ИСО 13703* (см. *[55], [7], [8]*)
	Загрузочные рукава	LA	Отсутствует	По *ГОСТ Р ИСО 28460* (см. *[56]*)
	Береговые трубопроводы	PL		По *ГОСТ 34182*
	Трубопроводы	PI	А.2.3.5	По *ГОСТ Р ИСО 13703* (см. *[55], [57]*)
	Резервуары высокого давления	VE	А.2.3.4	См. *[58], [59]*
	Бункеры	SI	Отсутствует	—
	Паровые эжекторы	SE		—
	Резервуары нефтехранилища[b]	TA	А.2.3.9	См. *[60], [61], [62], [63], [64], [65],[66], [67], [68]*
	Вертлюги	SW	А.2.3.8	—
	Турели	TU	А.2.3.7	—
	Лебедки	WI	А.2.3.6	—

Продолжение таблицы А.4

Категория оборудования	Класс оборудования (уровень 6)	Код класса оборудования	Пример в приложении А	Ссылки
Электрическое (см. А.2.4)	Частотные преобразователи	FC	А.2.4.4	По *ГОСТ Р МЭК 61800-1*, *ГОСТ Р МЭК 61800-2*, *ГОСТ Р 51524*, *ГОСТ Р МЭК 61800-4* (см. *[69]*, *[70]*, *[71]*)
	Силовые кабели и наконечники (надводные/наземные)	PC	Отсутствует	См. *[72]*, *[73]*, *[74]*, *[75]*, *[76]*, *[77]*, *[78]*, *[79]*, *[80]*, *[81]*, *[82]*, *[83]*. По *ГОСТ IEC 60227-1*, *ГОСТ IEC 60227-2*, *ГОСТ IEC 60227-3*, *ГОСТ IEC 60227-4*, *ГОСТ IEC 60227-5*, *ГОСТ IEC 60227-6*, *ГОСТ IEC 60227-7*
	Силовые трансформаторы	PT	А.2.4.2	По *ГОСТ 30830*, *ГОСТ Р 56738*, *ГОСТ Р 51524*, *ГОСТ Р 54827*, *ГОСТ Р 54419* (см. *[84]*, *[85]*, *[86]*, *[87]*, *[88]*, *[89]*, *[90]*)
	Распределительное устройство	SG	А.2.4.3	По *ГОСТ IEC 61439-1*, *ГОСТ IEC 60947-4-1*, *ГОСТ Р 55716*, *ГОСТ Р 55190* (см. *[91]*, *[92]*, *[93]*, *[94]*, *[95]*, *[96]*, *[97]*)
	Источник бесперебойного питания	UP	А.2.4.1	См. *[98]*, *[99]*, *[100]*, *[101]*, *[102]*, *[103]*, *[104]*
Обеспечение безопасности и управления (см. А.2.5)	Блоки управления с логической схемой	CL	А.2.5.3	См. *[105]*, *[106]*, *[107 — 109]*, *[110]*, *по ГОСТ Р МЭК 61131-1*
	Оборудование для аварийной связи[c]	EC	Отсутствует	См. *[111]*, *[112]*
	Оборудование для аварийной эвакуации и спасательных работ[d]	ER		См. *[106]*, *[111]*, *[112]*, *[110]*
	Пожарные извещатели и датчики загазованности	FG	А.2.5.1	См. *[105]*, *[106]*, *[112]*, *[110]*
	Противопожарное оборудование	FF	Отсутствует	См. *[106]*, *[110]*
	Зажигание факельной системы	FI	Отсутствует	См. *[113]*, *[114]*, *[115]*, *[116]*
	Оборудование с инертным газом	IG		См. *[112]*
	Устройства ввода	IP	А.2.5.2	См. *[105]*, *[117]*
	Спасательные шлюпки	LB	А.2.5.6	См. *[106]*, *[111]*, *[118]*, *[119]*, *[120]*, *[121]*, *[110]*, *[122]*
	Сопла	NO	А.2.5.5	См. *[123]*, *[124]*, *[125]*
	Телекоммуникации	TC	Отсутствует	См. *[126]*, *[127]*, *[128]*
	Клапаны, арматура	VA	А.2.5.4	По *ГОСТ 33257*, *ГОСТ 33852*, *ГОСТ 34029*, *ГОСТ Р 56001* (см. *[106]*, *[129]*, *[130]*, *[131]*, *[114]*, *[132]*, *[133]*, *[134]*, *[135]*, *[110]*)

Продолжение таблицы А.4

Категория оборудования	Класс оборудования (уровень 6)	Код класса оборудования	Пример в приложении А	Ссылки
Подводное (см. А.2.6)[e]	Райзеры с надводным расположением устья	DT	Отсутствует	По *ГОСТ Р 51365*
	Райзеры	PR	А.2.6.3	См. *[136], [137]*
	Подводные компрессоры	SC	Отсутствует	—
	Водолазное снаряжение для подводных работ	SD		—
	Подводное распределение электроэнергии	EP	А.2.6.5	—
	Подводные промысловые трубопроводы	FL	Отсутствует	По *ГОСТ 34182, ГОСТ 33852, ГОСТ 34029, ГОСТ Р 56001* (см. *[138], [139], [140]*)
	Подводные теплообменники	SH		—
	Обеспечение подводных работ[g]	CI		См. *[141]*
	Подводные манифольды	MA		См. *[142]*
	Подводные трубопроводы	SL	А.2.6.7	По *ГОСТ 34182, ГОСТ 33852, ГОСТ 34029, ГОСТ Р 56001* (см. *[138], [139], [140]*)
	Подводные силовые кабели	CA	Отсутствует	По *ГОСТ 31966, ГОСТ Р 55025, ГОСТ Р МЭК 60840*
	Подводные резервуары под давлением	SV	А.2.6.6	—
	Управление подводной добычей	CS	А.2.6.1	См. *[143], [144]*
	Подводные насосы	SP	А.2.6.4	—
	Подводные опорные плиты	TM	Отсутствует	См. *[142]*
	Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура	XT	А.2.6.2	По *ГОСТ Р ИСО 13628-4*
Заканчивание скважины[f] (см. А.2.7)	Забойные клапаны-отсекатели	SS	А.2.7.2 и А.2.7.5	По *ГОСТ ISO 10417, ГОСТ ISO 10432, ГОСТ ISO 16070.* (см. *[145], [146], [147], [148]*)
	Нижнее заканчивание скважины[h]	WE	А.2.7.2	См. также [h]
	Электрические скважинные насосы[i]	ESP	А.2.7.2 и А.2.7.6	См. *[149], [150]*
	Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура	XD	А.2.7.7	По *ГОСТ Р 51365*
Буровое (см. А.2.8)	Оборудование для цементирования скважины	CG	Отсутствует	—
	Дроссель и манифольды	DC		—

Продолжение таблицы А.4

Категория оборудования	Класс оборудования (уровень 6)	Код класса оборудования	Пример в приложении А	Ссылки
Буровое (см. А.2.8)	Кронблоки и талевые блоки	TB	Отсутствует	—
	Буровая вышка[j]	DE		—
	Отводные устройства	DI		См. *[151]*
	Буровые лебедки	DW		—
	Райзеры для бурения и заканчивания	DD		См. *[152], [153]*
	Колонны бурильных труб	DS		По *ГОСТ 32696*
	Оборудование для обработки бурового раствора[e]	DM		—
	Оборудование подачи и укладки труб	DH		—
	Компенсаторы райзеров	DR		—
	Компенсаторы качки колонны	MC		—
	Подводное противовыбросовое оборудование (ППВО)	BO	А.2.8.2	См. *[154], [155], [156]*
	Устьевые противовыбросовые превенторы (ПВП)[m]	BT	А.2.8.3	См. *[154], [155], [156]*
	Верхние приводы	TD	А.2.8.1	—
Геолого-технические мероприятия[k] (см. А.2.9)	Гибкие насосно-компрессорные трубы (НКТ) малого диаметра, наземное оборудование	W1	Отсутствует	—
	Гибкие НКТ малого диаметра, наземное противовыбросовое оборудование	WC	А.2.9.1	См. *[157]*
	Гибкие НКТ малого диаметра, спусковые колонны	W2	Отсутствует	—
	Гибкие НКТ малого диаметра, оборудование низа бурильной колонны	W3		—
	Оборудование для спуска или подъема бурильных труб и подачи инструмента, наземное оборудование	W1		—
	Оборудование для спуска или подъема бурильных труб и подачи инструмента, спусковые колонны	W2		—
	Оборудование для спуска или подъема бурильных труб и подачи инструмента, наземное противовыбросовое оборудование	WC	А.2.9.1	См. *[157]*

Продолжение таблицы А.4

Категория оборудования	Класс оборудования (уровень 6)	Код класса оборудования	Пример в приложении А	Ссылки
Геолого-технические мероприятия[k] (см. А.2.9)	Оборудование для спуска или подъема бурильных труб и подачи инструмента, трубопроводы и оборудование низа бурильной колонны	W3	Отсутствует	—
	Подводные геолого-технические мероприятия[n]	OI	А.2.9.2	См. *[153]*
	Талевый канат, наземное оборудование	W1	Отсутствует	—
	Талевый канат, наземное противовыбросовое оборудование[o]	WC	А.2.9.1	См. *[157]*
	Талевый канат, стальные тросы малого диаметра, оплетенные кабели и электрокабели	W2	Отсутствует	—
	Талевый канат, оборудование низа бурильной колонны	W3		—
Судоходное (см. А.2.10)	Брашпили и оборудование постановки на якорь	AM	Отсутствует	—
	Противообледенительное оборудование[p]	IC		—
	Оборудование динамического позиционирования	DP		По *ГОСТ Р 58773*
	Вертолетно-посадочная площадка с оборудованием	HT		См. *[158]*
	Подъемный механизм и система фиксации	JF	А.2.10.1	—
	Судоходное оборудование разъединения	MD	Отсутствует	—
	Поворотные движители	TH		—
	Буксирное оборудование	TO		—
Вспомогательные ресурсы[r] (см. А.2.11)	Оборудование для подачи воздуха	AI	Отсутствует	—
	Нагреватели для оттайки	SU		—
	Оборудование для зажигания факельной системы	FE		—
	Теплоносители/хладагенты	HC		—
	Гидравлические силовые установки	HP		—
	Оборудование для подачи азота	NI		—
	Оборудование открытой/закрытой дренажной системы	OC		—

Окончание таблицы А.4

Категория оборудования	Класс оборудования (уровень 6)	Код класса оборудования	Пример в приложении А	Ссылки
Дополнительные системы (см. А.2.12)	Оборудование системы ОВиК[s]	HV	Отсутствует	См. *[159]*

[a] Не включает воздушный компрессор.

[b] Не включает морские резервуары нефтехранилища.

[c] Аварийная связь будет включать в себя систему громкого оповещения и связи (PACOS) и сопутствующее оборудование.

[d] Спасательная шлюпка выделена в отдельный класс оборудования, однако прочее оборудование, например дежурные спасательные шлюпки (ДСШ), не включены в этот класс оборудования. Функции, необходимые для проведения аварийной эвакуации и спасательных работ, выполняет различное оборудование. К нему могут относиться транспорт, средства индивидуальной защиты и системы жизнеобеспечения, оборудование для аварийной связи, запасные установки на случай аварии (освещение, коммуникации электроснабжения и вентиляции) и вход/выход/инфраструктура (укрытия, пути эвакуации, двери, пункты/места сбора при ЧП, посадочные площадки и т. д.). В некоторых случаях для такого оборудования может потребоваться сбор данных по надежности, а в некоторых оно попадает в другие классы оборудования в соответствии с таблицей А.4.

[e] *ГОСТ Р 59305* применим ко всем системам подводной добычи в целом.

[f] Заканчивание скважины включает подводное и надводное заканчивание. Устьевое оборудование является не видом, а подвидом в надводном (см. А.2.7.7) и в подводном устьевом оборудовании и фонтанной арматуре (см. А.2.6.2), также устьевое оборудование и фонтанная арматура выступают в качестве одного барьера. В А.2.7.2 приведено описание оборудования для нижнего заканчивания скважины и краткое описание классов оборудования, получивших дополнительное разделение (см. А.2.7.5, А.2.7.6).

[g] Сюда входят дистанционно управляемый инструмент (ДУИ), инструменты для соединения трубопровода, спускные устройства и инструменты ТНПА, которые используют для начальной установки, подводных пусконаладочных работ, ремонтных мероприятий (например, ПМУ, подводная арматура) или модернизации/расширения.

[h] Класс оборудования «Нижнее заканчивание скважины» можно разделить на подуровни так же, как для некоторых классов оборудования ЗКО и ЭСН. Стандарты, применимые: к насосно-компрессорным и обсадным трубам (*ГОСТ Р ИСО 13679, ГОСТ 31446*, также см. *[160]*); пакерам подвески колонны-хвостовика (*ГОСТ ISO 14310*, также см. *[148]*); эксплуатационным пакерам (*ГОСТ ISO 14310*); устройству для регулирования дебита (см. *[161]*) и к скважинному оборудованию для управления и мониторинга (см. *[162]*).

[i] Оборудование для механизированной эксплуатации скважин, например гидравлические скважинные насосы (ГСН), установки электровинтового насоса (УЭВН) и газлифтные клапаны (ГЛК) к ним не относятся. См. также А.2.7.2 и А.2.7.6.

[j] В том числе компенсация качки.

[k] Классы оборудования для проведения геолого-технических мероприятий приводятся для заканчивания скважин с надводным расположением устья. В некоторых случаях при сборе данных и обмене ими можно выделить четыре класса оборудования (W1, W2, W3 и WC), что применимо для гибких НКТ, талевого каната и оборудования для спуска или подъема бурильных труб и подачи инструмента. Подробнее см. А.2.9.1.

[l] Включает вибрационное сито, пескоотделитель/илоотделитель, центрифугу и дегазатор.

[m] Устьевые противовыбросовые превенторы не включают ПВП наземной буровой установки.

[n] Включает три класса оборудования, в том числе оборудование, например райзер для ремонта.

[o] Следует отметить, что ПВП является неотъемлемой частью этого оборудования.

[p] Может включать, например, теплоспутники.

[r] Вспомогательные ресурсы могут быть связаны с рядом классов оборудования в настоящем стандарте (например, насосы, арматура, КИП).

[s] Классы оборудования, являющиеся соответствующими частями системы ОВиК: 1) вентилятор с электроприводом. Блок вентилятора может попадать в класс оборудования «Воздуходувки и вентиляторы»; 2) привод, как правило, попадает в имеющийся класс оборудования «Электродвигатели»; 3) фильтр может попадать в класс оборудования «Фильтры, в том числе сетчатые»; 4) нагреватель/охладитель. Нагревательное/охлаждающее устройство можно включить в класс оборудования «Теплообменники»; 5) пожарные извещатели, датчики утечек газа и тепла — в класс оборудования «Пожарные извещатели и датчики загазованности»; 6) устройства ввода — в класс оборудования «Устройства ввода».

А.2 Данные по оборудованию

А.2.1 Общие сведения

Классы оборудования, для которых в последней графе таблицы А.4 отмечено наличие примеров, представлены в А.2.2—А.2.12 и включают подробное описание следующих элементов:

- классификация по типу оборудования;
- определение границ;
- выделение подуровней;
- данные по оборудованию.

Данную информацию следует использовать для выявления необходимых для сбора данных по каждому представленному примеру оборудования и определения структуры базы данных для соответствующих таксономических элементов. Большинство рекомендованных параметров могут быть общими для многих классов оборудования (например, производственная мощность, частота вращения). Приведенные примеры не являются исчерпывающими. Данные по оборудованию могут быть статическими или изменяться во времени. Следует отметить, что в таблице 5 содержатся сведения по оборудованию, общие для всех классов оборудования, а соответствующие данные непременно добавляются к данным по оборудованию согласно разделу А.2.

Примеры кодов классификации отказов, например вида отказа, механизма отказа, причины отказа и т. д., приведены в приложении В. Для оборудования систем безопасности некоторые определения конкретных отказов изложены в приложении F.

А.2.2 Данные о динамическом оборудовании

А.2.2.1 Двигатели внутреннего сгорания

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию двигателей внутреннего сгорания приведены в таблицах А.5, А.6, А.7 соответственно. Определение границ двигателей внутреннего сгорания приведено на рисунке А.2.

Таблица А.5 — Классификация по типу. Двигатели внутреннего сгорания

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Двигатели внутреннего сгорания	CE	Дизельный двигатель	DE
		Карбюраторный двигатель (газовый)	GE

Таблица А.6 — Уровни оборудования. Двигатели внутреннего сгорания

Вид оборудования	Двигатели внутреннего сгорания					
Подвид	Система пуска	Блок ДВС	Управление и мониторинг	Система смазки	Система охлаждения[a]	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Источник пускового питания (от аккумулятора, пневматический пуск). Пусковой агрегат. Управление пуском	Воздухозаборное отверстие. Система зажигания. Турбокомпрессор. Топливные насосы. Форсунки. Топливные фильтры. Система выпуска. Цилиндры. Поршни. Вал. Упорный подшипник. Радиальный подшипник. Уплотнения. Трубопроводы. Арматура	Исполнительное устройство. Блок управления. Внутренний источник питания. Системы мониторинга. Датчики[b]. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	Бак. Насос. Электродвигатель. Фильтр. Охладитель. Арматура. Трубопроводы. Смазка. Датчик температуры	Теплообменник. Вентилятор. Электродвигатель. Фильтр. Арматура. Трубопроводы. Насос. Датчик температуры	Патрубок. Фланцевые соединения

[a] Может включать систему водяного или воздушного охлаждения.
[b] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.

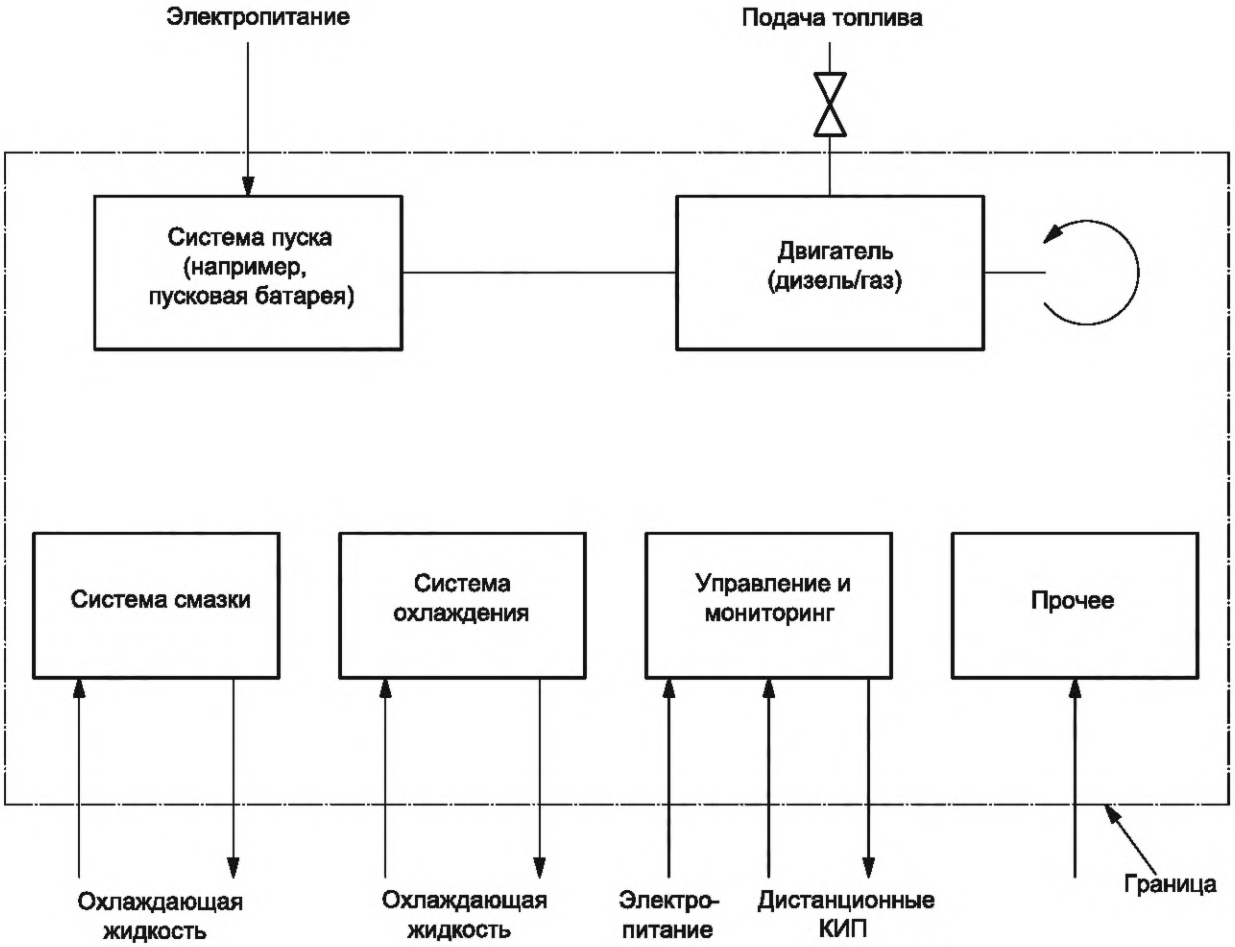


Рисунок А.2 — Определение границ. Двигатели внутреннего сгорания

Таблица А.7 — Данные по оборудованию. Двигатели внутреннего сгорания

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Приводимая установка	Приводимая установка (класс, тип и идентификационный код оборудования)	Следует указать	Высокий
Мощность (расчетная)	Предельно допустимая мощность (расчетная)	кВт	
Мощность (рабочая)	Следует указать примерную мощность, с которой данная единица эксплуатировалась бóльшую часть периода наблюдения	кВт	
Скорость	Расчетная скорость	об/мин	
Количество цилиндров	Следует указать количество цилиндров	Целое число	Низкий
Конфигурация цилиндра	Тип	Однорядное, V-образное, горизонтальное расположение	
Система пуска	Тип	Пуск электрическим, гидравлическим, пневматическим стартером	Средний
Система зажигания	Карбюраторный двигатель, дизельный двигатель	Компрессионное зажигание (дизель), свечи зажигания	

Окончание таблицы А.7

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Топливо	Тип	Газ, светлые нефтепродукты, мазут, тяжелое дизельное, двухкомпонентное	Низкий
Тип воздушного фильтра	Тип	Текстовое описание	
Тип системы забора воздуха в двигателе	Тип системы забора воздуха в двигателе	Турбо, естественный	Средний

А.2.2.2 Компрессоры

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию компрессоров приведены в таблицах А.8, А.9, А.10 соответственно. Определение границ компрессоров приведено на рисунке А.3.

Таблица А.8 — Классификация по типу. Компрессоры

Класс оборудования		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Компрессоры[a]	CO	Центробежные	CE
		Поршневые	RE
		Винтовые	SC
		Осевые	AX
[a] Включает также воздушные компрессоры.			

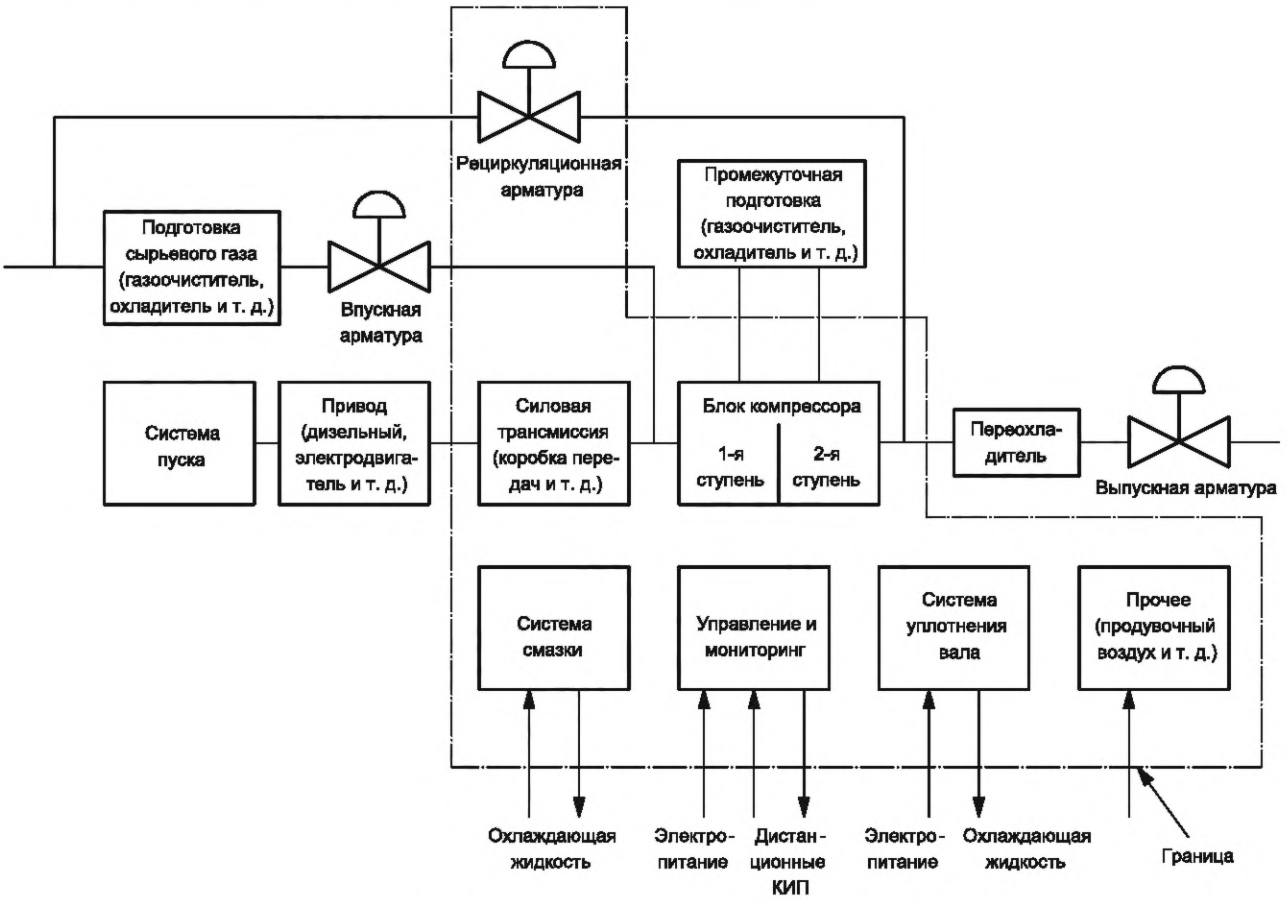


Рисунок А.3 — Определение границ. Компрессоры

А.2.2.2.1 Определение границ оборудования для компрессоров

На рисунке А.3 показано определение границ для компрессоров. Впускная и выпускная арматура и привод компрессора с подсоединенными дополнительными системами не входят в границу. Приводы в комплекте регистрируют как отдельные инвентарные единицы (электрические двигатели, газотурбинные двигатели, двигатели внутреннего сгорания). При возникновении отказов в приводе их следует регистрировать отдельно для этого привода. В инвентарной ведомости компрессора приведена ссылка на соответствующую инвентарную ведомость привода.

Сжатие, как правило, выполняют в несколько ступеней, когда несколько подсоединенных подвидов образуют блок компрессора.

Блок компрессора считают одной инвентарной единицей. Каждый блок компрессора может содержать до четырех ступеней. Рекомпрессионные блоки на морском основании для добычи нефти, как правило, выполняют сжатие в четыре ступени. Каждую ступень сжатия обычно осуществляет один блок (кожух) компрессора, однако в некоторых случаях один компрессор может выполнить две ступени сжатия. Каждый компрессор (ступень), как правило, содержит несколько рабочих колес, которые представляют собой механический узел, состоящий из поворотных лопастей, пошагово увеличивающих давление в блоке компрессора.

При наличии подвидов, общих для привода (например, газовая турбина) и приводимой установки (например, компрессор), эти подвиды следует рассматривать как часть приводимой установки. Для компрессоров с общей системой смазки и системой масляного уплотнения отказы, как правило, следует регистрировать для того подвида, который более подвержен их влиянию. В противном случае, отказ следует регистрировать для системы смазки.

Таблица А.9 — Уровни оборудования. Компрессоры

Вид оборудования	Компрессоры					
Подвид	Силовая трансмиссия	Компрессор	Управление и мониторинг	Система смазки	Система уплотнения вала	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Коробка передач/вариатор. Подшипники. Ремень/шкив. Соединение с приводом. Соединение с приводимой установкой. Система смазки. Уплотнения	Кожух. Ротор с рабочими колесами. Балансировочный поршень. Межступенчатые уплотнения. Радиальный подшипник. Упорный подшипник. Уплотнения вала. Внутренний трубопровод. Арматура. Антипомпажная система[a]. Поршень. Втулка цилиндра. Набивка	Исполнительное устройство. Блок управления. Кабели и клеммные коробки. Внутренний источник питания. Системы мониторинга. Датчики[b]. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	Масляный бак с системой обогрева. Насос. Электродвигатель. Обратная арматура. Охладители. Фильтры. Трубопроводы. Арматура. Смазочное масло	Масляный бак с обогревом. Бак. Насос. Электродвигатель. Редуктор. Фильтры. Арматура. Уплотнительное масло. Газовое уплотнение. Механическое уплотнение. Газоочиститель	Опорная рама. Трубопроводы, опора трубопровода и компенсаторы. Регулирующая арматура. Запорная арматура. Обратная арматура. Охладители. Глушители. Продувочный воздух. Система управления магнитным подшипником. Фланцевые соединения

[a] В том числе рециркуляционная арматура и контроллеры.

[b] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.

Таблица А.10 — Данные по оборудованию. Компрессоры

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Сжимаемая среда	Газовый или воздушный компрессор	Газовый, воздушный	Высокий
Тип привода	Привод (класс, тип и идентификационный код оборудования)	Следует указать	
Рабочий газ	Средняя молярная масса (удельная плотность × 28,96)	г/моль	Средний
Давление всасывания	Расчетное (первая ступень)	Па (бар)	
Давление всасывания	Рабочее (первая ступень)	Па (бар)	Низкий
Конечное давление	Расчетное (последняя ступень)	Па (бар)	Высокий
Конечное давление	Рабочее (последняя ступень)	Па (бар)	Средний
Объемная производительность	Расчетная	$м^3/ч$	Высокий
Объемная производительность	Рабочая	$м^3/ч$	Низкий
Конечная температура	Расчетная	°С	Средний
Конечная температура	Рабочая	°С	Низкий
Мощность	Расчетная мощность	кВт	Высокий
Коэффициент использования	Коэффициент использования в процентах относительно расчетного значения	%	Средний
Политропический напор	—	кДж/кг	Низкий
Количество корпусов	Количество корпусов в одном блоке	Целое число	Высокий
Количество ступеней	Количество ступеней сжатия (не рабочих колес) в этом блоке	Целое число	Средний
Тип корпуса	Тип	Вертикальный (цилиндрический), осевой	Низкий
Уплотнение вала	Тип	Механическое, масляное, газовое, сальниковое, лабиринтное, комбинированное	
Наличие промежуточного охладителя	Следует указать его наличие либо отсутствие	Да/нет	Средний
Система уплотнения вала	Отдельная, комбинированная, сухая и т. д.	Отдельная, комбинированная, сухая	Высокий
Радиальный подшипник	Тип	Антифрикционный, коренной, магнитный	Низкий
Упорный подшипник	В соответствующем поле для комментариев следует указать наличие регуляторов давления (тяги)	Антифрикционный, коренной, магнитный	
Скорость	Расчетная скорость	об/мин	
Соединение	Тип	Неразъемное, эластичное, гидравлическое, с отключающим устройством	

Окончание таблицы А.10

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Только для поршневых компрессоров			
Конфигурация цилиндра	—	Однорядное, оппозитное, V-образное, W-образное расположение	Низкий
Положение цилиндра	—	Горизонтальное, вертикальное, наклонное	
Принцип действия	—	Простого действия, двойного действия	
Тип набивки	—	Смазанная, сухая	

А.2.2.3 Электрогенераторы

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию электрогенераторов приведены в таблицах А.11, А.12, А.13 соответственно. Определение границ электрогенераторов приведено на рисунке А.4.

Таблица А.11 — Классификация по типу. Электрогенераторы

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Электрогенераторы	EG	С газотурбинным приводом	TD
		С паротурбинным приводом	SD
		С турбодетандером	TE
		С приводом от двигателя, например дизельного, газового	MD

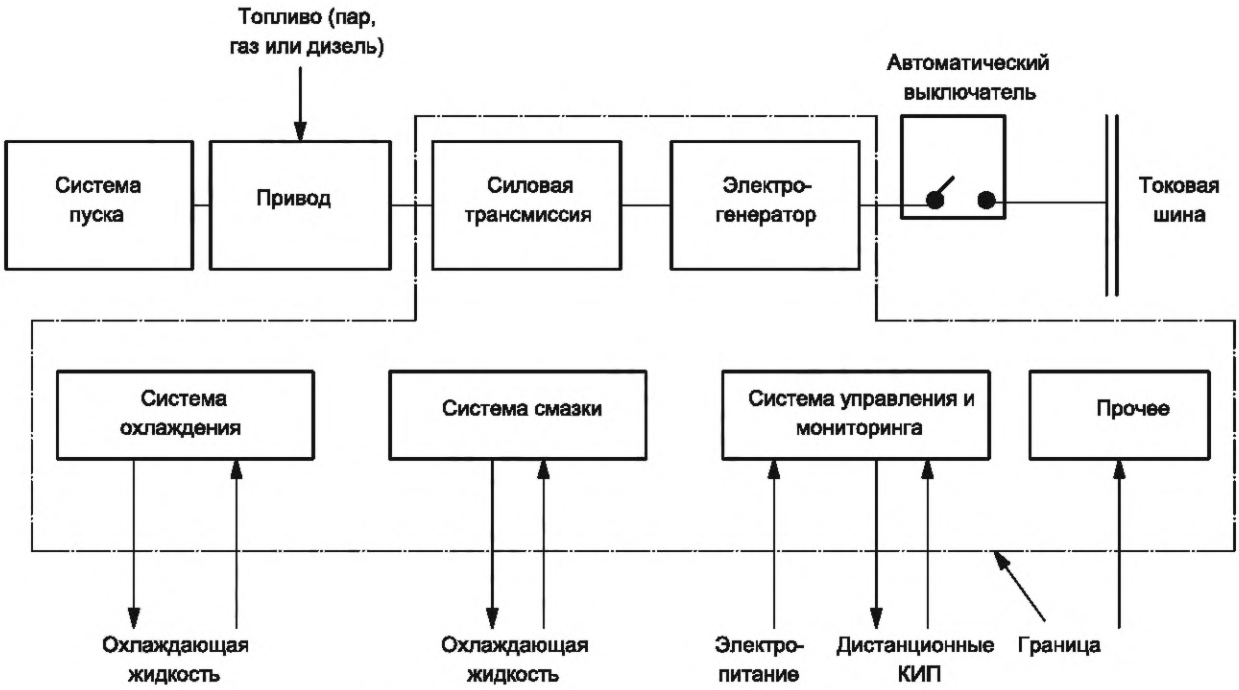


Рисунок А.4 — Определение границ. Электрогенераторы

Таблица А.12 — Уровни оборудования/электрогенераторы

Вид оборудования	Электрогенераторы					
Подвид	Силовая трансмиссия	Электрогенератор	Управление и мониторинг[a]	Система смазки	Система охлаждения	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Коробка передач. Радиальный подшипник. Упорный подшипник. Уплотнения. Система смазки Соединение с приводом. Соединение с приводимой установкой. Ремень/шкив	Статор. Ротор. Радиальный подшипник. Упорный подшипник. Система возбуждения. Система кабелей и клеммные коробки	Исполнительное устройство. Блок управления (например, АРН). Внутренний источник питания. Системы мониторинга. Датчики[b]. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	Бак. Насос. Электродвигатель. Фильтр. Охладитель. Арматура. Трубопроводы. Смазочное масло	Теплообменник. Вентилятор. Электродвигатель. Фильтр. Арматура. Трубопроводы. Насос	Патрубок. Продувочный воздух. Резисторы заземления нейтрали[c]

[a] Автоматический регулятор напряжения (АРН) относится к элементам управления. Наблюдение за температурой и вибрацией относится к элементам мониторинга.
[b] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.
[c] Зависит от метода заземления.

Таблица А.13 — Данные по оборудованию. Электрогенераторы

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип привода	Класс, тип и идентификационный код оборудования	Следует указать	Высокий
Соединение	Следует указать (неразъемное, эластичное и т. д.)	Неразъемное, эластичное, гидравлическое, с отключающим устройством	Низкий
Скорость	Синхронная частота вращения	об/мин	Средний
Частота	Расчетная частота	Гц	Низкий
Напряжение	Расчетное напряжение	кВт	Высокий
Мощность (расчетная)	Расчетная мощность	кВт	
Коэффициент мощности	cosφ	Число	Низкий
Управление возбуждением	Тип	Автоматическое, ручное	Средний
Тип возбуждения	Бесщеточное/с контактным кольцом	Бесщеточное, с контактным кольцом	
Степень защиты	Класс защиты в соответствии с *ГОСТ 14254*	IP	Низкий
Класс нагревостойкости изоляции (статор)	Класс нагревостойкости изоляции в соответствии с *ГОСТ IEC 60034-1*	Y, A, E, B, F, H	Средний
Повышение температуры (статор)	Повышение температуры в соответствии с *ГОСТ IEC 60034-1*	Y, A, E, B, F, H	Низкий
Класс нагревостойкости изоляции (ротор)	Класс нагревостойкости изоляции в соответствии с *ГОСТ IEC 60034-1*	Y, A, E, B, F, H	Средний
Повышение температуры (ротор)	Повышение температуры в соответствии с *ГОСТ IEC 60034-1*	Y, A, E, B, F, H	

Окончание таблицы А.13

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Радиальный подшипник	Тип	Антифрикционный, коренной, магнитный	Низкий
Упорный подшипник	Тип	Антифрикционный, коренной, магнитный	
Смазка подшипников	Тип смазки подшипников	Консистентная, смазка погружением, смазка под давлением, смазочное кольцо	
Охлаждение генератора	Тип	Воздушное, воздушно-водяное, свободное	

А.2.2.4 Электродвигатели

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию электродвигателей приведены в таблицах А.14, А.15, А.16 соответственно. Определение границ электродвигателей приведено на рисунке А.5.

Таблица А.14 — Классификация по типу. Электродвигатели

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Электродвигатели	EM	Переменный ток	AC
		Постоянный ток	DC

Таблица А.15 — Уровни оборудования. Электродвигатели

Вид оборудования	Электродвигатели				
Подвид	Электродвигатель[a]	Управление и мониторинг[b]	Система смазки	Система охлаждения	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Статор. Ротор. Система возбуждения. Радиальный подшипник. Упорный подшипник	Исполнительное устройство. Блок управления. Внутренний источник питания. Системы мониторинга. Датчики[c]. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	Бак. Насос. Электродвигатель. Фильтр. Охладитель. Арматура. Трубопроводы. Смазочное масло	Теплообменник. Фильтр. Арматура. Трубопроводы. Насос. Электродвигатель. Вентилятор	Патрубок

[a] Частотно-регулируемый привод (ЧРП) не входит в границы электродвигателя. См. также А.2.4.4 и рисунок А.22 для получения информации о системе приводов с регулируемой скоростью (СПРСк).

[b] Как правило, для электродвигателей не предусмотрена дополнительная система управления. У электродвигателей со взрывозащитой класса Ex(p) (под давлением) внутреннее давление контролируется. Мониторинг температуры доступен на больших электродвигателях.

[c] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.

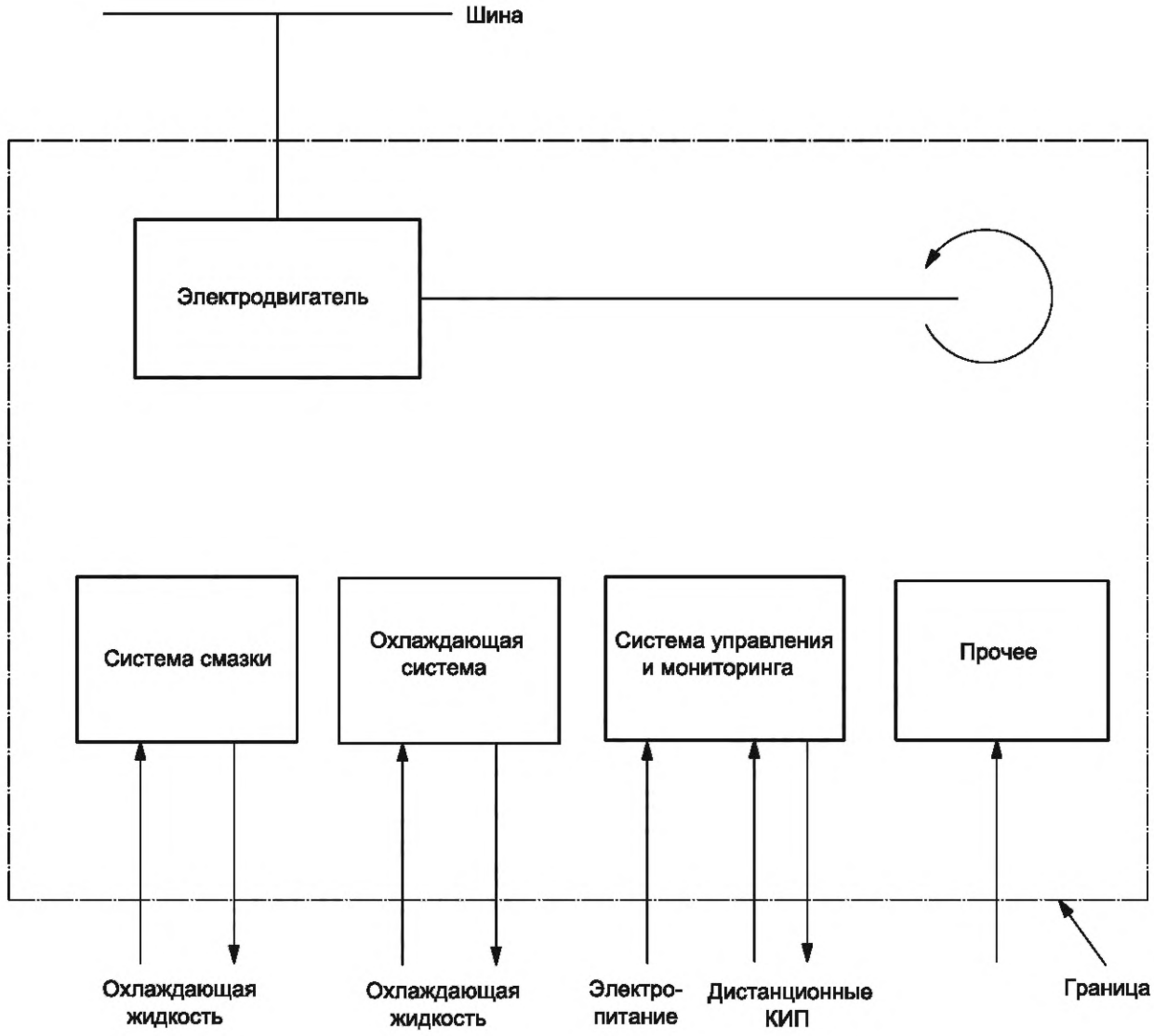


Рисунок А.5 — Определение границ. Электродвигатели

Таблица А.16 — Данные по оборудованию. Электродвигатели

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип приводимой установки	Класс, тип и идентификационный код оборудования	Следует указать	Высокий
Мощность (расчетная)	Максимальная мощность (расчетная)	кВт	Средний
Мощность (рабочая)	Следует указать примерную мощность, с которой данная единица эксплуатировалась большую часть периода наблюдения	кВт	Низкий
Регулируемая частота вращения	Следует указать наличие либо отсутствие	Да/нет	
Скорость	Расчетная скорость	об/мин	Средний
Напряжение	Расчетное напряжение	В	

Окончание таблицы А.16

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип электродвигателя	Тип	Индукционный, коллекторный (постоянного тока), синхронный	Средний
Класс нагревостойкости изоляции (статор)	Класс нагревостойкости изоляции в соответствии с *ГОСТ IEC 60034-1*	Y, A, E, B, F, H	
Повышение температуры (статор)	Повышение температуры в соответствии с *ГОСТ IEC 60034-1*	Y, A, E, B, F, H	Низкий
Класс нагревостойкости изоляции (ротор)[a]	Класс нагревостойкости изоляции в соответствии с *ГОСТ IEC 60034-1*	Y, A, E, B, F, H	Средний
Повышение температуры (ротор)[a]	Повышение температуры в соответствии с *ГОСТ IEC 60034-1*	Y, A, E, B, F, H	
Степень защиты	Класс защиты в соответствии с *ГОСТ 14254*	Следует указать	
Вид взрывозащиты	Категория по классификации взрывозащиты, например Ex(d), Ex(e)[b]	Например, Ex(d), Ex(e)	Высокий
[a] Неприменимо к индукционным электродвигателям. [b] См. *ГОСТ 31610.0, ГОСТ IEC 60079-1, ГОСТ IEC 60079-2.*			

А.2.2.5 Газовые турбины

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию газовых турбин в таблицах А.17, А.18, А.19 соответственно. Определение границ газовых турбин приведено на рисунке А.6.

Таблица А.17 — Классификация по типу. Газовые турбины

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Газовые турбины *(ГТ)*	GT	Промышленные	IN
		Авиационные	AD
		Большой мощности	HD

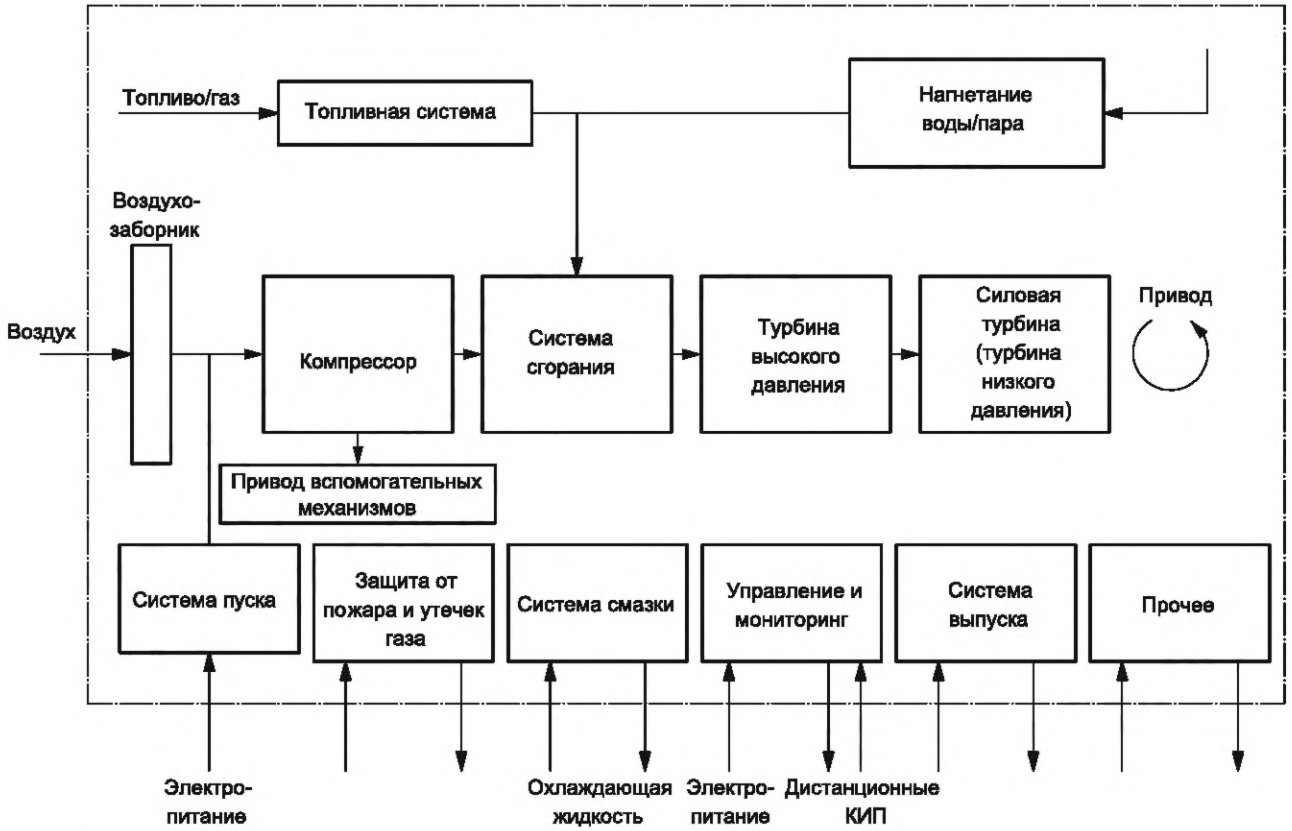
Таблица А.18 — Уровни оборудования. Газовые турбины

Вид оборудования	Газовые турбины					
Подвид	Система пуска	Воздухозаборник	Система сгорания	Компрессор	Силовая турбина. Турбина высокого давления	Управление и мониторинг
Ремонтопригодные объекты	Пусковой мотор. Управление пуском. Трубопроводы. Фильтр(ы). Арматура. Насос(ы).	Воздушное охлаждение. Противообледенительная защита. Фильтры. Входной патрубок. Лопатки на входе	Камеры сгорания. Топливные форсунки. Уплотнения	Ротор. Статор. Система охлаждения. Система управления поворотными лопатками. Арматура антипомпажной защиты.	Ротор. Статор. Кожух. Радиальный подшипник. Упорный подшипник. Уплотнения. Арматура.	Блок управления. Датчик[a]. Провода. Исполнительные устройства. Системы мониторинга. Арматура.

Окончание таблицы А.18

Вид оборудования	Газовые турбины					
Подвид	Система пуска	Воздухозаборник	Система сгорания	Компрессор	Силовая турбина. Турбина высокого давления	Управление и мониторинг
Ремонтопригодные объекты	Источник пускового питания (например, от аккумулятора, пневматический пуск)			Дополнительная система продувки. Арматура противообледенительной системы. Кожух. Радиальный подшипник. Упорный подшипник. Уплотнения. Трубопроводы	Трубопроводы	Внутренний источник питания. Уплотнения —
	Система смазки	Топливная система	Нагнетание воды/пара[b]	Защита от пожара и утечек газа	Привод вспомогательных механизмов	Система выпуска
	Нагреватель. Бак(и). Насос(ы). Электродвигатель. Фильтр. Регулятор температуры. Арматура. Трубопроводы. Маслоохладитель. Смазочное масло. Датчики. Провода	Регулятор топлива. Трубопроводы. Арматура. Уплотнения. Насос(ы)/ газовый компрессор. Фильтр(ы)/ Сепараторы. Провода. Определение свойств топлива	Насос(ы). Трубопроводы. Клапаны. Фильтр(ы). Уплотнения. Провода	Блок управления. Трубопроводы. Клапаны. Датчики. Провода. Бак(и)/ хранилище	Коробка передач. Подшипник. Уплотнения. Кожух	Диффузор. Коллектор отработавших газов. Компенсаторы. Прокладка трубопроводов. Контроль отработавших газов. Глушитель. Упорный подшипник. Арматура. Установка регенерации отходящего тепла

[a] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.
[b] Применимо только к ГТ с регулятором снижения выбросов оксидов азота в виде пара или воды.



Примечание — На данном изображении границ показана стандартная схема, которая часто используется для газотурбинных установок для механического привода или для энергетических газотурбинных установок. Однако скомпоновать ГТ можно по-разному в зависимости от схемы некоторых подсистем. Компрессор и ГТ можно механически соединить и получить одновальную ГТ. Другие варианты предусматривают механическое разъединение одной или нескольких частей ГТ (многовальная ГТ).

Рисунок А.6 — Определение границ. Газовые турбины

Таблица А.19 — Данные по оборудованию. Газовые турбины

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип приводимой установки	Характеристики приводимой подсистемы	Привод электрогенератора, механический привод, дополнительные системы, прочее	Высокий
Мощность (расчетная)	Номинальная мощность по ИСО	кВт	
Мощность (рабочая)	Следует указать примерную мощность, с которой данная единица эксплуатировалась большую часть периода наблюдения	кВт	Средний
Профиль эксплуатации	Профиль использования	Базовая нагрузка, максимальная нагрузка, распределение нагрузки, аварийная/резервная	Высокий
Переоценка с понижением показателей	Следует указать наличие либо отсутствие постоянного понижения показателей	Да/нет	Средний
Скорость	Расчетная скорость (вал отбора мощности)	об/мин	
Количество валов	Следует указать количество	1, 2, 3	

Окончание таблицы А.19

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Система пуска	Следует указать основную систему пуска	Пуск электрическим, гидравлическим, пневматическим стартером	Высокий
Резервная система пуска	Следует указать при наличии	Пуск электрическим, гидравлическим, пневматическим стартером	Низкий
Топливо	Тип топлива	Газ, светлые нефтепродукты, мазут, тяжелое дизельное, двухкомпонентное	Средний
Снижение выбросов оксидов азота	Тип регулятора выбросов	Паровой, водяной, сухой (например, сухое подавление выбросов), отсутствует (например, кольцевая) камера сгорания)	Высокий
Тип воздушного фильтра	Тип	Текстовое описание	Низкий

А.2.2.6 Насосы

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию насосов в таблицах А.20, А.21, А.22 соответственно. Определение границ насосов приведено на рисунке А.7.

Таблица А.20 — Классификация по типу. Насосы

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Насосы	PU	Центробежные	CE
		Поршневые	RE
		Роторные	RO

Таблица А.21 — Уровни оборудования. Насосы

Вид оборудования	Насосы				
Подвид	Силовая трансмиссия	Насосная установка	Управление и мониторинг	Система смазки	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Коробка передач/вариатор. Подшипник. Уплотнения. Соединение с приводом. Соединение с приводимой установкой. Ремень/шкив	Опора. Кожух. Рабочее колесо. Вал. Радиальный подшипник. Упорный подшипник. Уплотнения. Арматура. Трубопроводы. Втулка цилиндра. Поршень. Диафрагма	Исполнительное устройство. Блок управления. Внутренний источник питания. Системы мониторинга. Датчики[a]. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	Бак. Насос. Электродвигатель. Фильтр. Охладитель. Арматура. Трубопроводы. Смазочное масло. Уплотнения	Продувочный воздух. Система охлаждения/обогрева. Циклонный сепаратор. Демпфер пульсаций. Фланцевые соединения

[a] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.

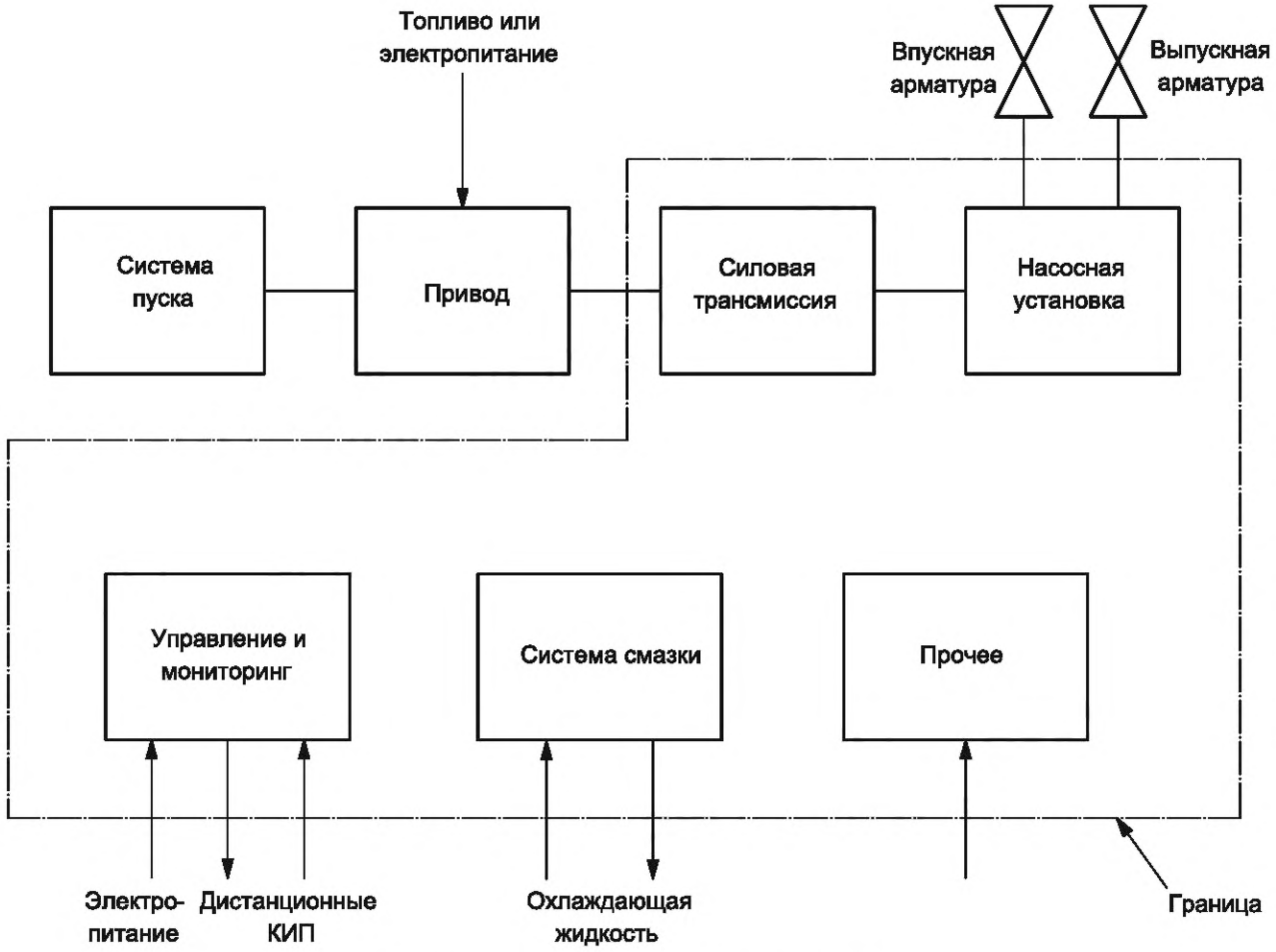


Рисунок А.7 — Определение границ. Насосы

Таблица А.22 — Данные по оборудованию. Насосы

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип привода	Класс, тип и идентификационный код оборудования	Следует указать	Высокий
Перемещаемая текучая среда	Тип	Нефть, газ, конденсат, пресная вода, пар, морская вода, неочищенная нефть, нефтесодержащая вода, факельный газ, топливный газ, водно-гликолевая смесь, метанол, азот, химические вещества, углеводородные соединения, сжиженный нефтяной газ, газоконденсат, нефтяные воды, газонефтеводопроявление, СПГ, буровой раствор, разбуренный цемент, прочее	
Жидкость, вызывающая коррозию/эрозию	Следует указать категорию, как показано в сноске «а»	Слабо, умеренно, сильно	Средний
Область применения (насос)	В случае применения	Нагнетание, подача, закачивание, передача, подъем, дозирование, разбрызгивание, охлаждение, бурение, прочее	
Насос (конструкция)	Конструктивная характеристика	Осевой, радиальный, комбинированный, диафрагменный, плунжерный, поршневой, винтовой, лопастной, шестеренный, кулачковый	Высокий

Окончание таблицы А.22

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Мощность (расчетная)	Расчетная/номинальная мощность насоса	кВт	Высокий
Коэффициент использования	Нормальная рабочая/ расчетная производительность	%	Средний
Давление всасывания (расчетное)	Расчетное давление	Па (бар)	
Конечное давление (расчетное)	Расчетное давление	Па (бар)	Высокий
Скорость	Расчетная скорость	об/мин или число ходов поршня в минуту	Средний
Количество ступеней	Центробежные: количество рабочих колес (на всех ступенях). Поршневые: количество цилиндров. Роторные: количество роторов	Число	Низкий
Тип корпуса	Цилиндрический, разъемный и т. д.	Цилиндрический, разъемный, с осевым разъемом, вставной	
Положение вала	—	Горизонтальное, вертикальное	Низкий
Уплотнение вала	Тип	Механическое, масляное, газовое, набивка, сальниковое, сухое, лабиринтное, комбинированное	
Тип трансмиссии	Тип	Прямая, зубчатая, встроенная	
Соединение	Соединение	Неразъемное, эластичное, гидравлическое, магнитное, с отключающим устройством	
Среда	Погружной или надводный	—	Средний
Охлаждение насоса	Следует указать наличие либо отсутствие отдельной системы охлаждения	Да/нет	Низкий
Радиальный подшипник	Тип	Антифрикционный, коренной, магнитный	
Упорный подшипник	Тип	Антифрикционный, коренной, магнитный	
Опора подшипника	Тип	Подвесная, между подшипниками, кожухом насоса, разъемной муфтой	

[a] Вещества со слабым корродирующим действием (вещества, свободные от примесей, например воздух, вода, азот).

Вещества с умеренным корродирующим/эродирующим действием (сжиженный нефтяной газ не считают веществом с сильным действием, морская вода, в ряде случаев частицы).

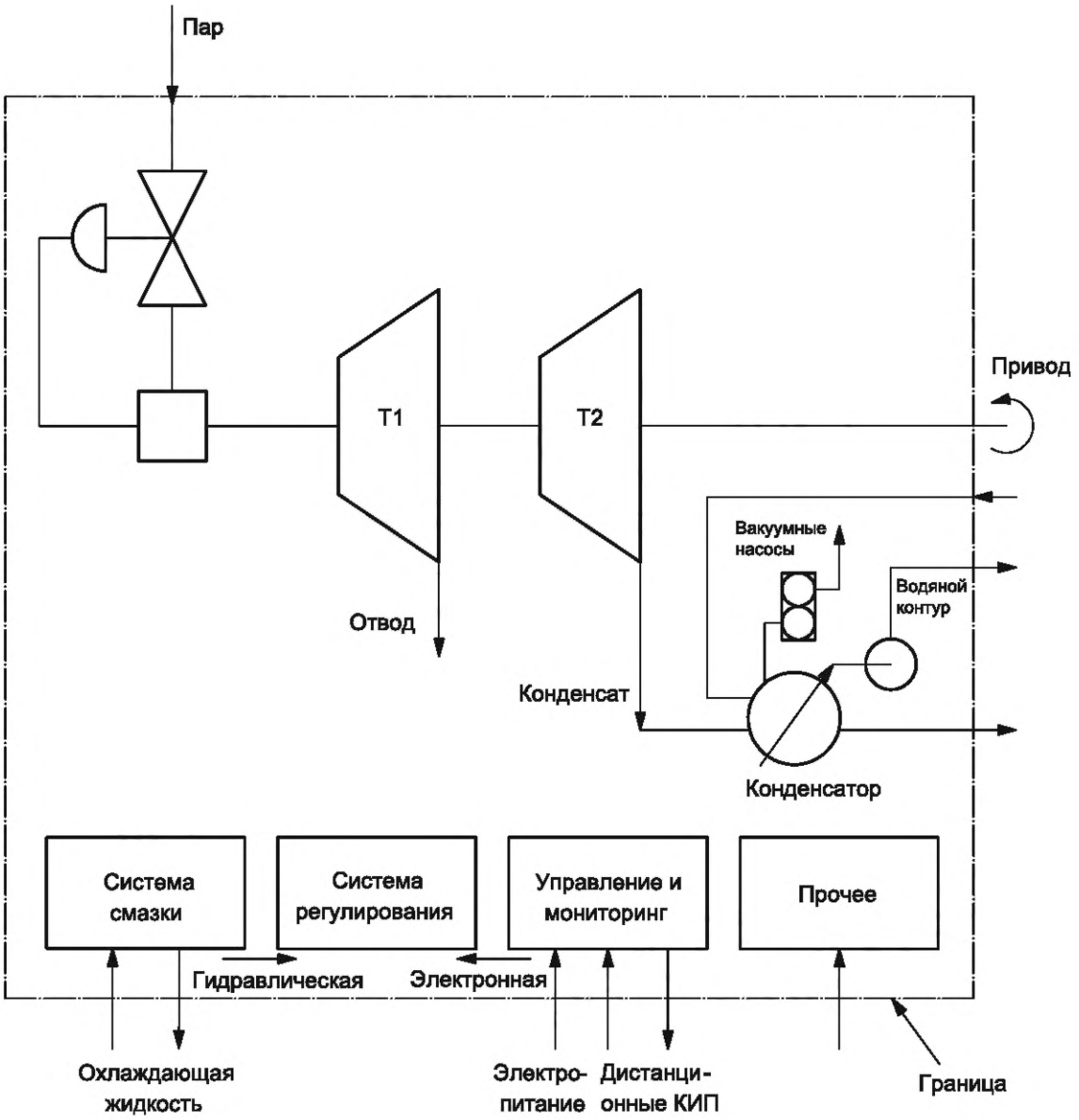
Вещества с сильным корродирующим/эродирующим действием (углеводороды с высоким содержанием H_2S, CO_2 или песка).

А.2.2.7 Паровые турбины

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию паровых турбин в таблицах А.23, А.24, А.25 соответственно. Определение границ насосов приведено на рисунке А.8.

Таблица А.23 — Классификация по типу. Паровые турбины

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Паровые турбины	ST	Многоступенчатые	MS
		Одноступенчатые	SS



T1 — ступень турбины 1; T2 — ступень турбины 2

Рисунок А.8 — Определение границ. Паровые турбины

Таблица А.24 — Уровни оборудования. Паровые турбины

Вид оборудования	Паровые турбины					
Подвид	Силовая турбина	Конденсатор	Система регулирования	Система смазки	Управление и мониторинг	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Трубопроводы. Радиальный подшипник. Ротор. Уплотнения. Статор/кожух. Регуляторы пара. Упорный подшипник	Конденсатор. Насос-регулятор. Вакуумный насос	Фильтр. Насос	Охладитель. Фильтр. Система смазки. Насос с масляным уплотнением. Трубопроводы. Насос. Электродвигатель. Бак. Арматура	Исполнительное устройство. Блок управления. Внутренний источник питания. Системы мониторинга. Датчики[a]. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	Система прокрутки. Патрубок
[a] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.						

Таблица А.25 — Данные по оборудованию. Паровые турбины

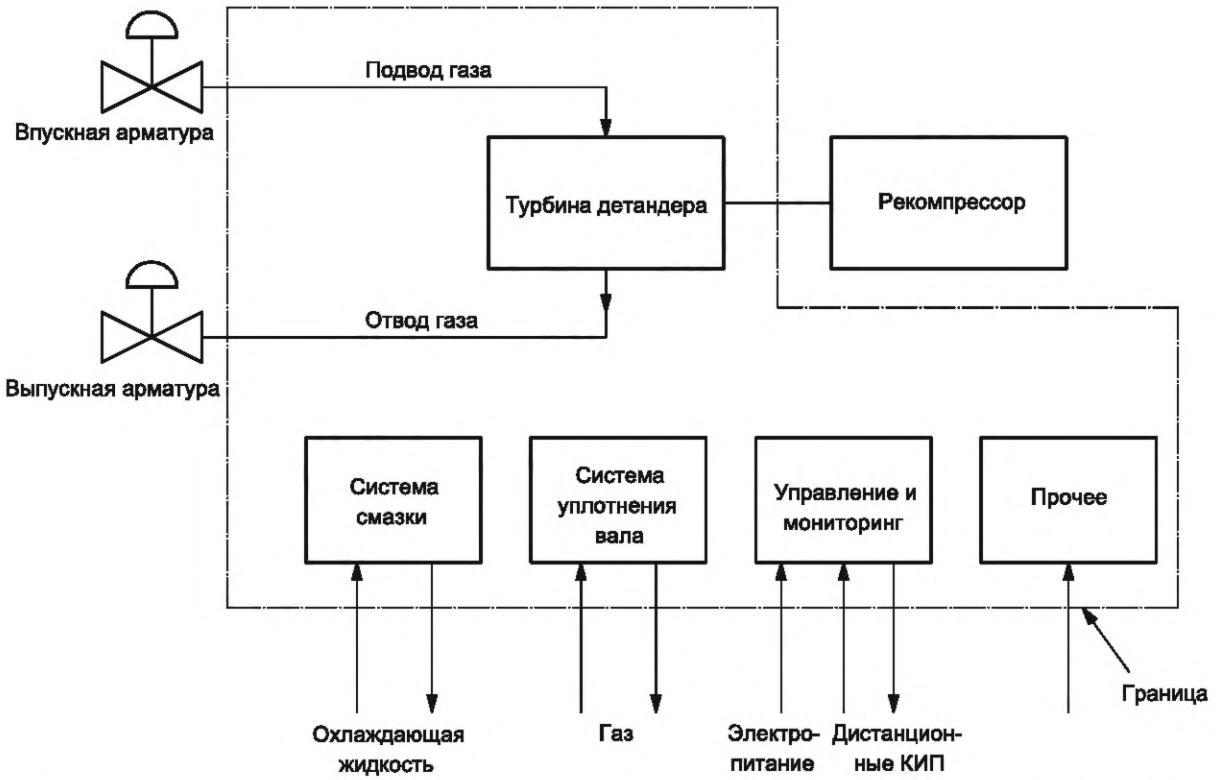
Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Приводимая установка	Класс, тип и идентификационный код оборудования	Компрессор, кран, генератор, насос, лебедка и т. д.	Высокий
Мощность (расчетная)	Номинальная мощность по ИСО	кВт	
Мощность (рабочая)	Следует указать примерную мощность, с которой данная единица эксплуатировалась большую часть периода наблюдения	кВт	Средний
Скорость	Расчетная скорость (вал отбора мощности)	об/мин	
Количество валов	Следует указать количество	Число	
Система регулирования	Следует указать тип	Электронная, гидравлическая	
Резервная система пуска	Следует указать при наличии	Пуск электрическим, гидравлическим, пневматическим стартером	Низкий
Топливо	Тип топлива	Газ, светлые нефтепродукты, мазут, тяжелое дизельное, двухкомпонентное	Средний
Тип воздушного фильтра	Тип	Текстовое описание	Низкий

А.2.2.8 Турбодетандеры

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию турбодетандеров в таблицах А.26, А.27, А.28 соответственно. Определение границ турбодетандеров приведено на рисунке А.9.

Таблица А.26 — Классификация по типу. Турбодетандеры

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Турбодетандеры	ТЕ	Центробежные	CE
		Осевые	AX



Примечание — Приводимые установки, за исключением рекомпрессоров (например, насосов и генераторов), также выходят за пределы границ.

Рисунок А.9 — Определение границ. Турбодетандеры

Таблица А.27 — Уровни оборудования. Турбодетандеры

Вид оборудования	Турбодетандеры				
Подвид	Турбодетандер	Управление и мониторинг	Система смазки	Система уплотнения вала	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Ротор с рабочими колесами. Лопатки на входе. Кожух. Радиальный подшипник. Упорный подшипник. Уплотнения. Входной сетчатый фильтр. Арматура. Трубопроводы	Исполнительное устройство. Блок управления. Внутренний источник питания. Системы мониторинга. Датчики[a]. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	Бак. Насос. Электродвигатель. Фильтр. Охладитель. Арматура. Трубопроводы. Смазочное масло	Оборудование для уплотнительного газа. Уплотнительный газ	Прочее
[a] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.					

Таблица А.28 — Данные по оборудованию. Турбодетандеры

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип приводимой установки	Класс, тип и идентификационный код оборудования	Следует указать	Высокий

Окончание таблицы А.28

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Мощность (расчетная)	Максимальная расчетная выходная мощность	кВт	Высокий
Мощность (рабочая)	Следует указать примерную мощность, с которой данная единица эксплуатировалась большую часть периода наблюдения	кВт	Низкий
Скорость	Расчетная скорость	об/мин	Средний
Скорость потока на впуске	Расчетный поток на впуске, турбина	кг/ч	
Температура на впуске	Расчетная температура на впуске, турбина	°С	
Давление на впуске	Расчетное давление на впуске, турбина	Па (бар)	
Рабочий газ	Средняя молярная масса (удельная плотность, умноженная на 28,96)	Грамм на моль	Низкий
Коррозионная/эрозионная активность газа	Следует указать категорию, как показано в сноске «а»	Слабо, умеренно, сильно	Средний
Тип конструкции	Тип	Центробежный, осевой	Средний
Количество ступеней	Количество ступеней (последовательных)	Число	Низкий
Тип разъемного корпуса	Тип	Горизонтальное/вертикальное	
Уплотнение вала	Тип	Механическое, масляное, газовое, набивка, сальниковое, сухое, лабиринтное, комбинированное	
Турбина с регулятором расхода	Тип	Регулируемые сопла, арматура сопловой группы, дросселирующая арматура, нерегулируемый впуск	
Радиальный подшипник	Тип	Антифрикционный, коренной, магнитный	
Упорный подшипник	Тип	Антифрикционный, коренной, магнитный	

[a] Вещества со слабым корродирующим действием (сухой газ без примесей).

Вещества с умеренным корродирующим/эродирующим действием (некоторые частицы или капли, невысокая коррозионная активность).

Вещества с сильным корродирующим/эродирующим действием (серосодержащий газ, высокое содержание CO_2, высокое содержание частиц).

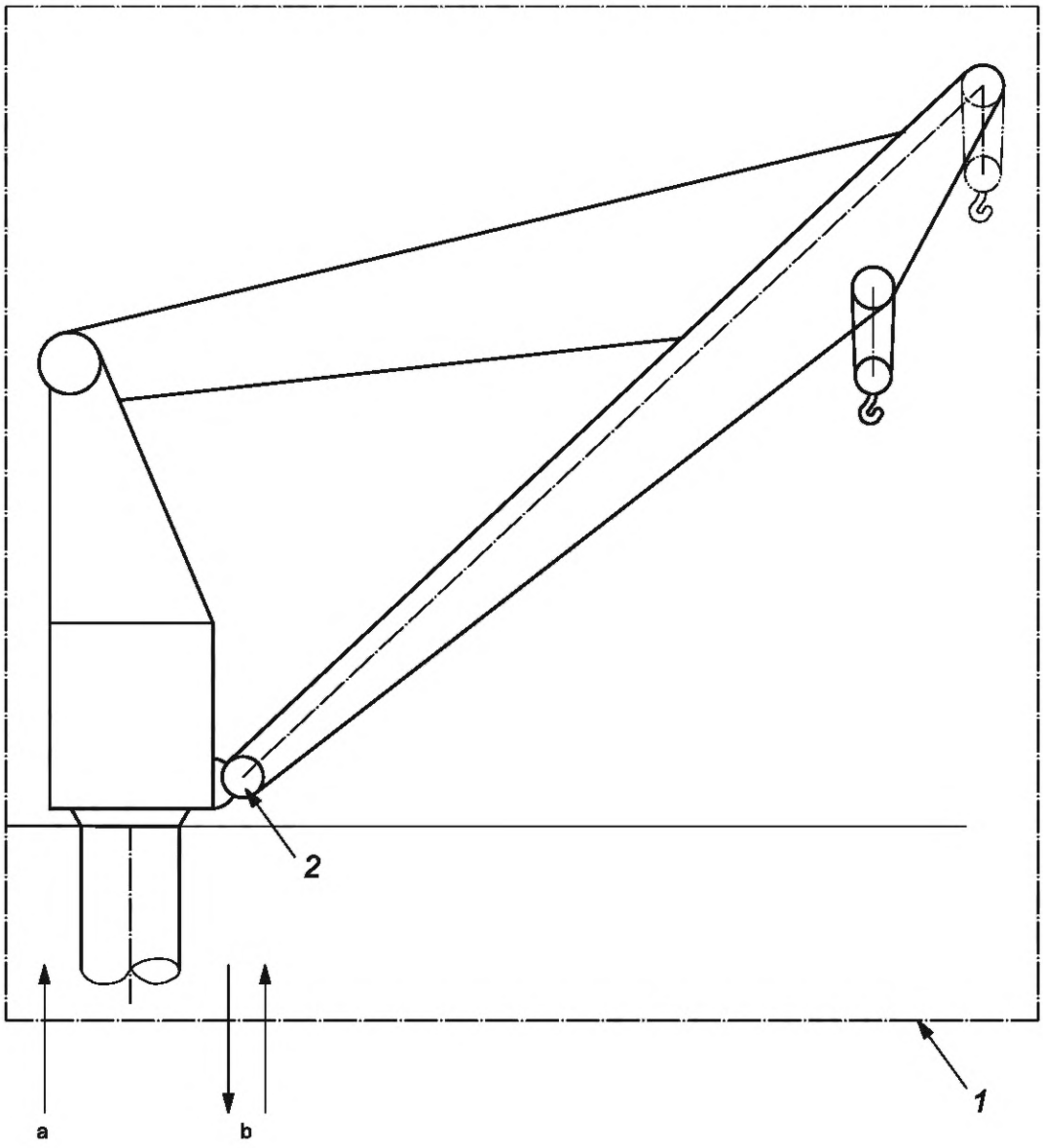
А.2.3 Механическое оборудование

А.2.3.1 Краны

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию кранов в таблицах А.29, А.30, А.31 соответственно. Определение границ кранов приведено на рисунке А.10.

Таблица А.29 — Классификация по типу. Краны

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Краны	CR	С электрогидравлическим приводом	HO
		С дизель-гидравлическим приводом	DO



1 — граница; *2* — основание крана (кольцо вращения нижней части); a — источник питания; b — входной/выходной сигнал связи

Примечание — На данном изображении границ показан один тип кранов, которые, как правило, используют вдали от берега. Существуют другие категории кранов, например траверсные, мостовые краны и т. д. Необходимо приспосабливать таксономию этих категорий к каждой категории.

Рисунок А.10 — Определение границ. Краны

Таблица А.30 — Уровни оборудования. Краны

Вид оборудования	Краны						
Подвид	Конструкция крана	Стреловая система	Система лебедки	Поворотная система	Система электроснабжения	Управление и мониторинг	Прочее
Ремонтопригодные объекты	А-образная рама/мачта. Кабина оператора. Машинный отсек. Неподвижная колонна. Остов крана	Стрела. Подшипник стрелы. Гидравлический цилиндр. Лебедка изменения угла наклона стрелы крана. Трос изменения угла наклона стрелы крана. Шкивы изменения угла наклона стрелы крана. Ограничитель подъема/вылета стрелы	Грузовая лебедка. Грузовые шкивы. Крюковая подвеска. Подъемный трос. Амортизатор	Подшипник вращения. Кольцо вращения. Электродвигатель вращения. Зубчатая шестерня вращения	Гидравлические насосы. Электродвигатель. Дизельный двигатель. Пропорциональные клапаны. Гидравлический бак. Гидравлические фильтры. Гидравлическая жидкость	Компьютер/программируемый логический контроллер. Регулирующая арматура. Внутренний источник питания. Усилители. Джойстики. Индикатор нагрузки	Прочее

Таблица А.31 — Данные по оборудованию. Краны

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип привода	Привод (класс, тип и идентификационный код оборудования)	Следует указать	Высокий
Общая максимальная высота	Следует указать	м	Низкий
Длина основной стрелы	Следует указать	м	Средний
Высота А-образной рамы	Следует указать	м	Низкий
Стрела, минимальный угол	Следует указать	град	
Стрела, максимальный угол	Следует указать	град	
Тип подшипника вращения	Следует указать	Конический, роликовый	Высокий
Рабочая среда гидросистемы	Тип гидравлической жидкости	На углеводородной, синтетической, водной основе	Низкий
Рабочее давление гидросистемы	Следует указать	Па (бар)	
Суммарная масса агрегата	Следует указать	т	Средний
Суммарная масса стрелы	Следует указать	т	Низкий
Допустимая грузоподъемность	Допустимая грузоподъемность крана	т	Высокий
Максимальный рабочий поворот	Диапазон поворота (совокупный)	град	Средний
Максимальный момент	Максимальный момент крана	т	Высокий
Скорость лебедки 1	При максимальной нагрузке	м/с	Средний
Скорость лебедки 2	Без загрузки	м/с	Низкий
Скорость вращения 1	При максимальной нагрузке	град/с	Средний

Окончание таблицы А.31

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Скорость вращения 2	Без загрузки	град/с	Низкий
Кран с качающейся стрелой	Наличие	Да/нет	
Система компенсации качки	Наличие	Да/нет	
Система автоматической защиты от перегрузок	Наличие	Да/нет	Высокий
Система ручной защиты от перегрузок	Наличие	Да/нет	
Постоянное натяжение	Наличие	Да/нет	Низкий

А.2.3.2 Теплообменники

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию теплообменников в таблицах А.32, А.33, А.34 соответственно. Определение границ теплообменников приведено на рисунке А.11.

Примечание — К теплообменникам относят охладители, конденсаторы, колонны повторного испарения и т. д.

Таблица А.32 — Классификация по типу. Теплообменники

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Теплообменники	HE	Кожухотрубный	ST
		Пластинчатый	P
		Пластинчато-ребристый	PF
		Труба в трубе	DP
		Байонетный	BY
		С вытравленными каналами	PC
		С воздушным охлаждением	AC
		Витой	S
		Змеевиковый	SW

Таблица А.33 — Уровни оборудования. Теплообменники

Вид оборудования	Теплообменники			
Подвид	Внешние объекты	Внутренние объекты	Управление и мониторинг	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Опора. Корпус/кожух. Арматура. Трубопроводы	Корпус/кожух. Трубки. Пластины. Уплотнения (прокладки)	Исполнительное устройство. Блок управления. Внутренний источник питания. Системы мониторинга. Датчики[a]. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	Вентилятор[b]. Электродвигатель

[a] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.

[b] Применимо только для теплообменников с воздушным охлаждением.

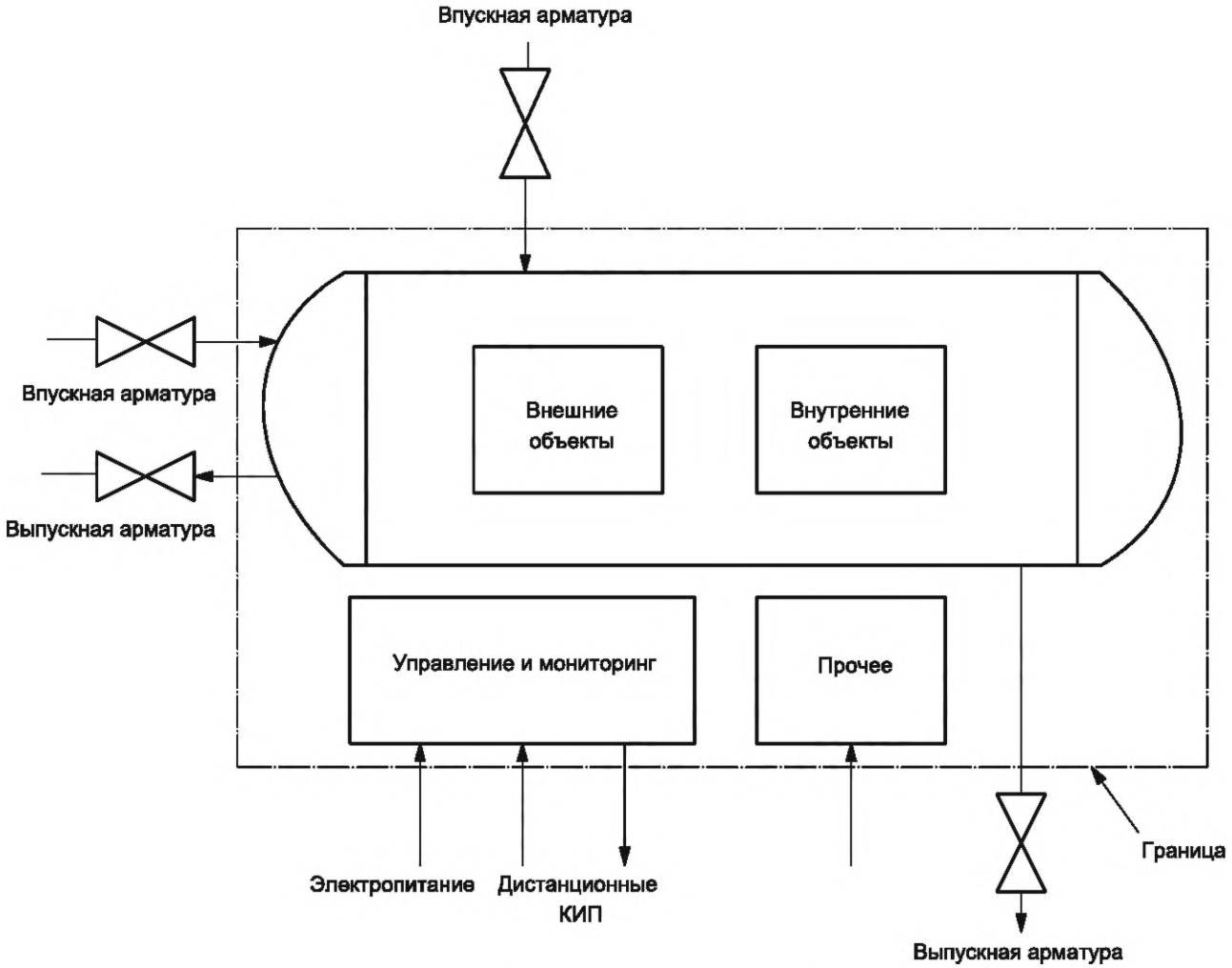


Рисунок А.11 — Определение границ. Теплообменники

Таблица А.34 — Данные по оборудованию. Теплообменники

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Жидкость, теплая сторона	Тип жидкости	Нефть, газ, конденсат, пресная вода, пар, морская вода, неочищенная нефть, нефтесодержащая вода, факельный газ, водно-гликолевая смесь, метанол, азот, химические вещества, углеводородные соединения, воздух	Высокий
Жидкость, холодная сторона	Тип жидкости	Нефть, газ, конденсат, пресная вода, пар, морская вода, неочищенная нефть, нефтесодержащая вода, факельный газ, водно-гликолевая смесь, метанол, азот, химические вещества, углеводородные соединения, воздух	
Номинальная теплопроводность	Расчетное значение	кВт	Средний
Площадь поверхности теплообмена	—	$м^2$	
Коэффициент использования	Отношение используемой теплопроводности к номинальной	%	

Окончание таблицы А.34

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Давление (теплая сторона)	Расчетное давление	Па (бар)	Средний
Давление (холодная сторона)	Расчетное давление	Па (бар)	
Падение температуры (теплая сторона)	Рабочая	°С	Низкий
Повышение температуры (холодная сторона)	Рабочая	°С	
Размер (диаметр)	Внешний	мм	Средний
Размер (длина)	Внешняя	м	
Количество трубок/пластин	—	Число	Низкий
Материал изготовления трубок/пластин	Следует указать тип материала, из которого изготовлены трубки/пластины	Текстовое описание	Средний

А.2.3.3 Нагревательные и котельные установки. Определение границ для нагревательных и котельных установок

Данное определение границ применимо к нагревательным и котельным установкам, работающим на сжиженном углеводородном (СУВ) газе. Схема расположения элементов нагревательных и котельных установок может значительным образом отличаться. При этом они действуют по одному принципу, обеспечивая энергию, необходимую для нагрева или кипячения среды и обеспечиваемую за счет сжигания углеводородных соединений, подачи агента высокой температуры (например, пара) или электричества.

Элементы нагревательных и котельных установок могут значительным образом различаться по конструкции, но, как правило, они содержат резервуар/кожух, в котором осуществляется процесс нагрева. В нагревательных и котельных установках, работающих на СУВ-газе, предусмотрено наличие горелки и системы выпуска. В отличие от большинства котельных установок, нагревательные установки содержат змеевик, по которому проходит нагреваемый агент.

У нагревательных и котельных установок, работающих на СУВ-газе, регулятор подачи топлива входит в границу оборудования, в то время как оборудование топливоподготовки (например, газоочистители) и арматура АО и ОТП находятся за пределами границ.

Впускная и выпускная арматуры, ПА и спускная арматура, как правило, исключены из границ. В границы входят локально установленная арматура и КИП и/или те, что образуют границу давления (например, отсечная арматура, калибровочная арматура, локальные индикаторы/измерительные приборы).

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию нагревательных и котельных установок приведены в таблицах А.35, А.36, А.37 соответственно. Определение границ нагревательных и котельных установок приведено на рисунке А.12.

Таблица А.35 — Классификация по типу. Нагревательные и котельные установки

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Нагревательные и котельные установки	HB	Нагревательная установка с прямым обогревом	DF
		Электронагреватель	EH
		Нагревательная установка с косвенным обогревом на СУВ-газе	IF
		Нагреватель-деэмульгатор	HT
		Котельная установка, работающая не на СУВ-газе	NF
		Электрическая котельная установка	EB
		Котельная установка на СУВ-газе	FB

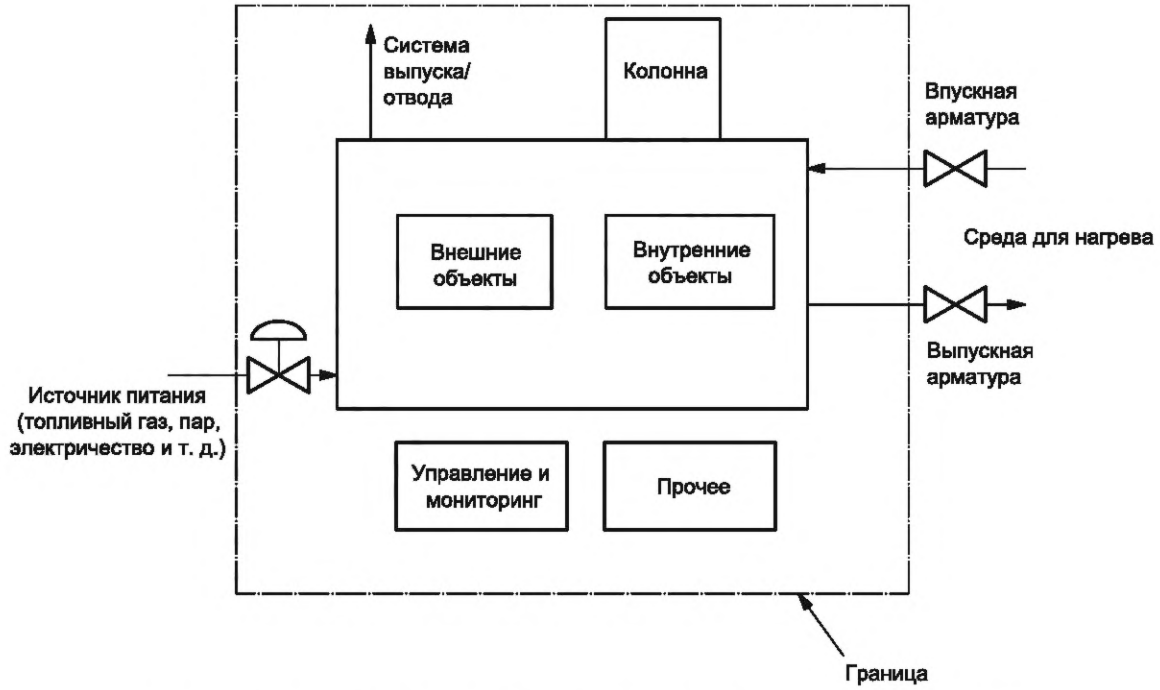


Рисунок А.12 — Определение границ. Нагревательные и котельные установки

Таблица А.36 — Уровни оборудования. Нагревательные и котельные установки

Вид оборудования	Нагревательные и котельные установки				
Подвид	Колонна	Внешние объекты	Внутренние объекты	Управление и мониторинг	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Корпус/кожух. Набивка. Противоточный змеевик/ конденсатор	Корпус/кожух. Трубопроводы. Опора. Арматура	Корпус/кожух. Горелка. Жаровая труба. Вытяжная труба. Змеевик. Опора	Исполнительное устройство. Блок управления. Внутренний источник питания. Системы мониторинга. Датчики[a]. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	Воздуходувка/ дымосос. Прочее
[a] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.					

Таблица А.37 — Данные по оборудованию. Нагревательные и котельные установки

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Источник энергии	Тип тепловой энергии	Электричество, отработанный газ, топливный газ, горячий нефтепродукт, жидкое топливо, пар	Высокий
Среда для нагрева/кипения	Тип жидкости для нагрева/кипения	МЭГ, ТЭГ, нагревательная среда на основе СУВ-газа, вода, вода с содержанием ТЭГ	
Номинальная теплопроводность	Расчетное значение	кВт	
Температура на впуске	Расчетное значение	°С	Средний
Температура на выпуске	Расчетное значение	°С	

Окончание таблицы А.37

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Размер (диаметр)	Следует указать	мм	Средний
Размер (длина)	Следует указать	м	
Количество трубок	Следует указать	Число	
Материал изготовления трубок	Следует указать	Следует указать	Низкий
Конфигурация змеевика	Следует указать	Винтовой, горизонтальный, одноходовый, спиральный, многоходовой, вертикальный	
Тип набивки	—	Следует указать	Высокий
Тип нагревателя	Только прямой обогрев	Коробчатый, кабинный, цилиндрический	Низкий
Количество горелок	—	Число	

А.2.3.4 Резервуары высокого давления

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию резервуаров высокого давления приведены в таблицах А.38, А.39, А.40 соответственно. Определение границ резервуаров высокого давления приведено на рисунке А.13.

Примечание — К резервуарам высокого давления относятся сепараторы, газоочистители, циклонные сепараторы и т. д.

Таблица А.38 — Классификация по типу. Резервуары высокого давления

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Резервуары высокого давления	VE	Отгоночная секция	SP
		Сепаратор	SE
		Коагулятор	CA
		Испаритель	FD
		Газоочиститель	SB
		Контактный	CO
		Уравнительный	SD
		Циклонный	CY
		Гидроциклонный	HY
		Ловушка для конденсата	SC
		Поглотитель	AD
		Осушитель	DR
		Камера приема/пуска очищающего устройства	PT
		Ректификационная колонна	DC
		Насытитель	SA
		Реактор	RE
		Деаэратор	DA

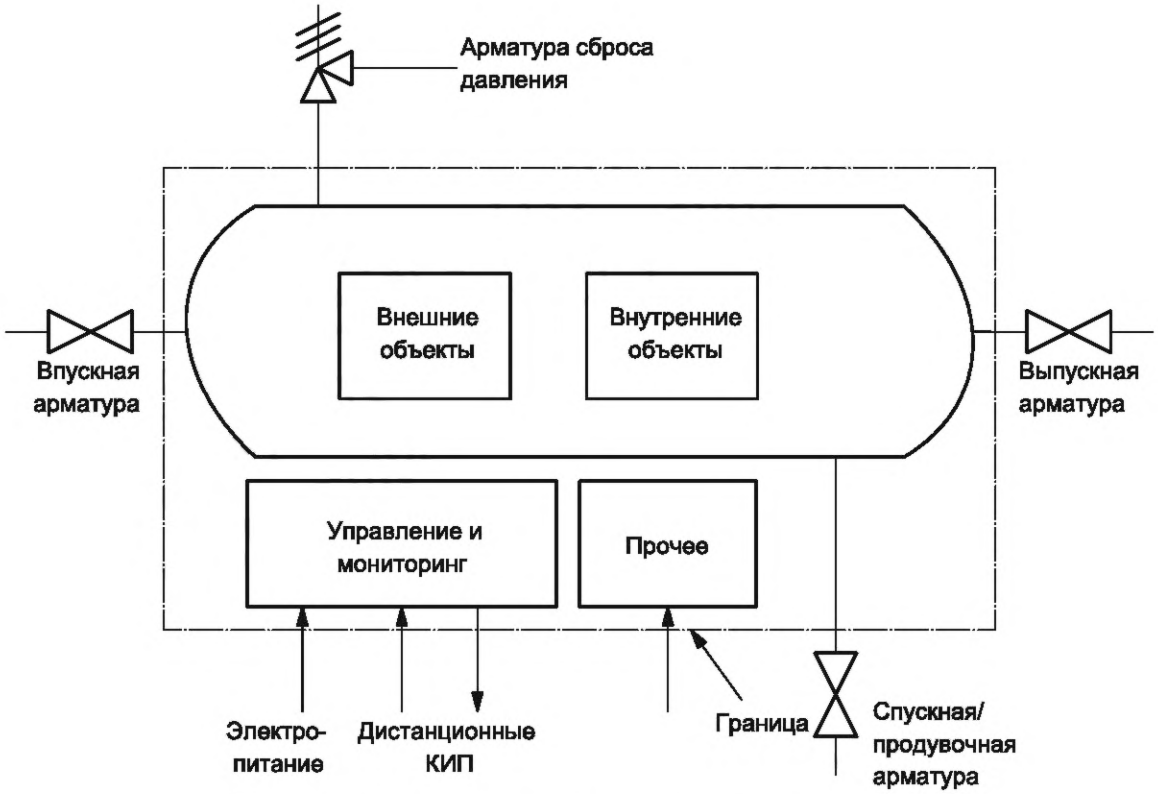


Рисунок А.13 — Определение границ. Резервуары высокого давления

Таблица А.39 — Уровни оборудования. Резервуары высокого давления

Вид оборудования	Резервуары высокого давления			
Подвид	Внешние объекты	Внутренние объекты	Управление и мониторинг	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Корпус/кожух. Арматура. Трубопроводы. Опора	Корпус/кожух. Циклонные сепараторы[a]. Гидроциклонные трубки[a]. Пластины, тарелки, лопатки, подушки. Сопла. Система пескоотделения. Нагревательная установка. Система защиты от коррозии. Распределитель. Змеевик	Исполнительное устройство. Блок управления. Внутренний источник питания. Системы мониторинга. Датчики[b]. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	Прочее

[a] Применимо только для гидроциклонного типа оборудования.
[b] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.

Таблица А.40 — Данные по оборудованию. Резервуары высокого давления

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Жидкость(и)	Основная жидкость	Нефть, газ, конденсат, пресная вода, пар, морская вода, неочищенная нефть, нефтесодержащая вода, факельный газ, топливный газ, водно-гликолевая смесь, метанол, азот, химические вещества, углеводородные соединения, сжиженный нефтяной газ, газоконденсат, нефтяные воды, газонефтеводопроявление	Высокий

Окончание таблицы А.40

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Давление (расчетное)	Расчетное давление	Па (бар)	Высокий
Температура (расчетная)	Расчетная температура	°С	Низкий
Давление (рабочее)	Рабочее давление	Па (бар)	Средний
Температура (рабочая)	Рабочая температура	°С	Низкий
Размер (диаметр)	Внешний	мм	Средний
Размер (длина)	Внешний	м	
Материал корпуса	Следует указать тип или код	Текстовое описание	Низкий
Расположение	Следует указать	Горизонтальное, вертикальное, шарообразное	
Количество ответвлений	Только соединения под давлением	Число	
Внутренние объекты	Конструкционный принцип	Перегородки, тарелки, перфорированная пластина, каплеотбойник, теплообменный змеевик, отклонитель, пескоотделитель, комбинированный	

А.2.3.5 Трубопроводы

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию трубопроводов приведены в таблицах А.41, А.42, А.43 соответственно. Определение границ трубопроводов приведено на рисунке А.14.

Таблица А.41 — Классификация по типу. Трубопроводы

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Трубопроводы[a]	PI	Из углеродистой стали	CA
		Из нержавеющей стали	ST
		Из высокопрочной низколегированной стали	LO
		Из титанового сплава	TI
		Из полимеров, в том числе фиброармированных	PO
[a] Может использоваться в отношении каналов.			

В пределы определения границ попадают все приспособления для передачи и контроля жидкости между частями динамического оборудования, механического оборудования и баками, в том числе вентиляционные линии и линии отвода в окружающую среду. Однако в границы не входят трубки КИП для пневматического и гидравлического управления.

Таблица А.42 — Уровни оборудования. Трубопроводы

Вид оборудования	Трубопроводы			
Подвид	Трубопровод	Трубопроводная арматура[a]	Управление и мониторинг	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Фиксатор/болты. Фитинги. Фланец. Приемная сторона. Обвязка. Элемент трубопровода.	Корпус арматуры. Уплотнения арматуры. Исполнительный механизм. Крышка.	Исполнительное устройство. Блок управления. Внутренний источник питания. Системы мониторинга.	Опора трубопровода. Прочее

Окончание таблицы А.42

Вид оборудования	Трубопроводы			
Подвид	Трубопровод	Трубопроводная арматура[a]	Управление и мониторинг	Прочее
	Заглушка. Уплотнения/ прокладки	Вспомогательные механизмы	Датчики[b]. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	

[a] Следует отметить, зарегистрирована ли трубопроводная(ые) арматура(ы) в базе данных в качестве отдельного вида оборудования (см. также А.2.5.4).

[b] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.

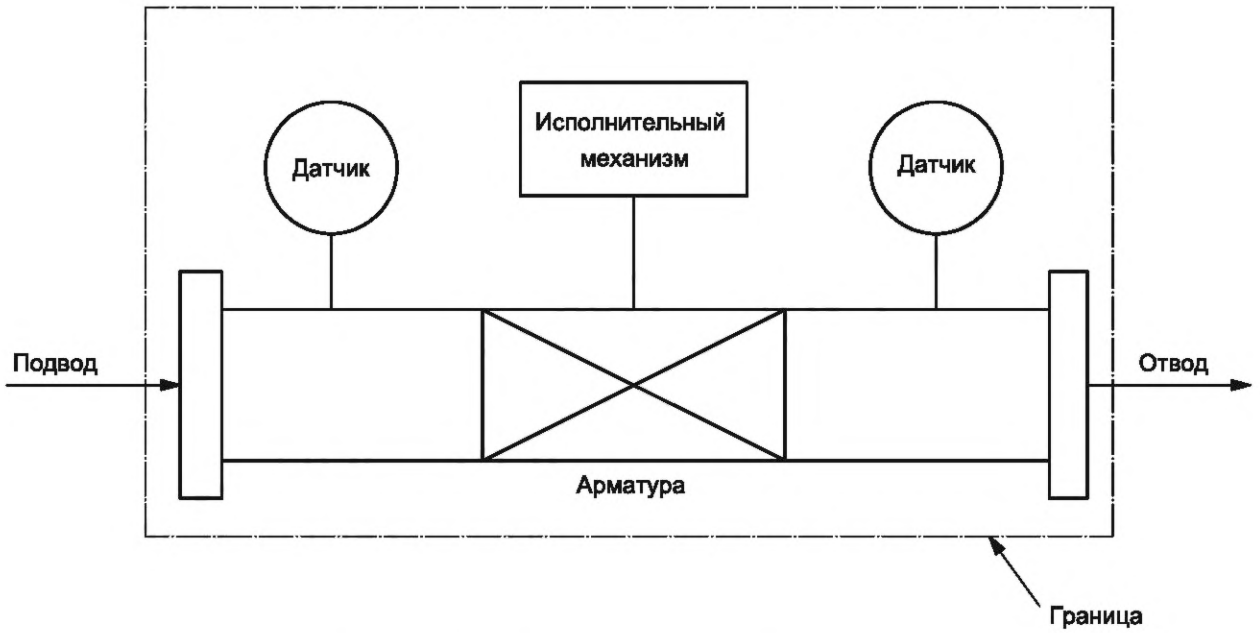


Рисунок А.14 — Определение границ. Трубопроводы

Таблица А.43 — Данные по оборудованию. Трубопроводы

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Диаметр	Наружный диаметр	мм	Высокий
Толщина стенки	Следует указать	мм	Средний
Длина	Общая длина	м	Высокий
Расчетное давление	Максимальное допустимое давление	Па (бар)	
Перемещаемая текучая среда	Тип	Нефть, газ, конденсат, пресная вода, пар, морская вода, неочищенная нефть, нефтесодержащая вода, факельный газ, топливный газ, водно-гликолевая смесь, метанол, азот, химические вещества, углеводородные соединения, сжиженный нефтяной газ, газоконденсат, нефтяные воды, газонефтеводопроявление	

Окончание таблицы А.43

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Жидкость, вызывающая коррозию/эрозию	Следует указать категорию, как показано в сноске «а»	Слабо, умеренно, сильно	Средний
Материал трубы	Следует указать	Углеродистая сталь, нержавеющая сталь, легированного типа, комбинированный, титановый сплав и т. д.	
Изолированный	Следует указать	Да/нет	Низкий
Количество трубопроводной арматуры	Количество арматуры на рассматриваемой длине трубопровода	Число	Средний
Тип трубопроводной арматуры	Следует указать категорию арматуры	ПА, АО, ВИСЗД, ручная и т. д.	Низкий
Количество фланцев	Следует указать	Число	

[a] Вещества со слабым корродирующим действием (вещества, свободные от примесей, например воздух, вода, азот).

Вещества с умеренным корродирующим/эродирующим действием (сжиженный нефтяной газ не считают веществом с сильным действием, морская вода, в ряде случаев частицы).

Вещества с сильным корродирующим/эродирующим действием (углеводороды с высоким содержанием H_2S, CO_2 или песка).

А.2.3.6 Лебедки

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию лебедок приведены в таблицах А.44, А.45, А.46 соответственно. Определение границ лебедок приведено на рисунке А.15.

Таблица А.44 — Классификация по типу. Лебедки

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Лебедки	WI	Электрическая лебедка	EW
		Гидравлическая лебедка	HW

Таблица А.45 — Уровни оборудования. Лебедки

Вид оборудования	Лебедки			
Подвид	Лебедка	Силовая трансмиссия	Управление и мониторинг	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Подшипник. Цепь. Барабан. Система смазки. Барабан для троса. Устройство торможения. Золотник. Рама. Система компенсации натяжения и движения. Трос	Подшипник. Соединение. Редуктор. Вал	Исполнительное устройство. Блок управления. Внутренний источник питания. Системы мониторинга. Датчики[a]. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	Патрубок. Прочее

[a] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.

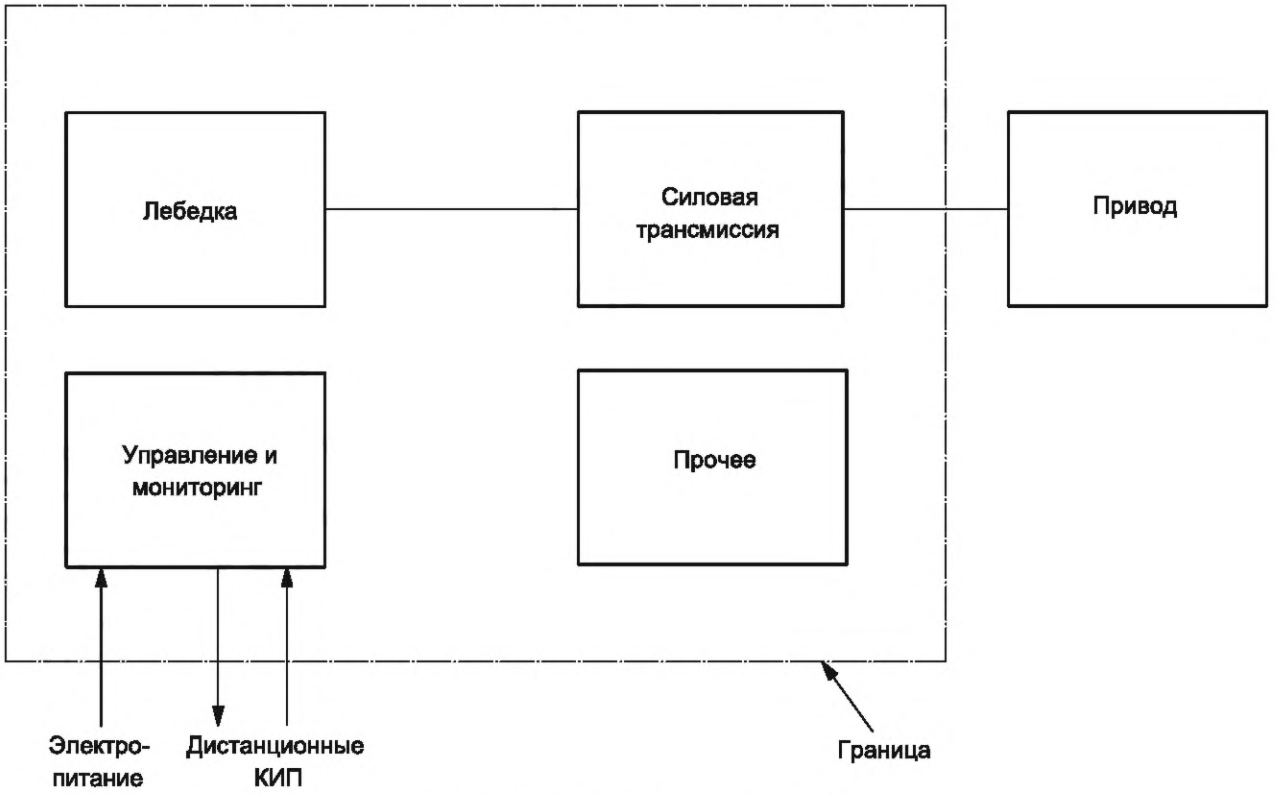


Рисунок А.15 — Определение границ. Лебедки

Таблица А.46 — Данные по оборудованию. Лебедки

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип привода	Класс, тип и код оборудования	Следует указать	Высокий
Тип троса/цепи	Тип подъемного троса	Кабель, цепь, канат, кабель-трос, трос	
Максимальная мощность	Максимальная входная мощность (расчетная)	кВт	
Максимальная грузоподъемность	Максимальная грузоподъемность	т	Средний
Вместимость барабана	Максимальная вместимость барабана	м	Низкий
Диаметр барабана	—	м	
Диаметр троса	Толщина троса	мм	
Скорость (расчетная)	Максимальная рабочая скорость	об/мин	Высокий
Тип трансмиссии	Тип	Прямая, зубчатая, встроенная	Низкий
Соединение		С отключающим устройством, неразъемное, эластичное, гидравлическое	
Смазка подшипников		Следует указать	
Радиальный подшипник		Антифрикционный, коренной, магнитный	

Окончание таблицы А.46

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Количество барабанов	Количество	Число	Низкий
Устройство для намотки троса	При необходимости	Да/нет	Низкий
Система постоянного натяжения			
Система компенсации качки			
Рекуперация электроэнергии			
Дистанционное управление			

А.2.3.7 Турели

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию турелей приведены в таблицах А.47, А.48, А.49 соответственно. Определение границ турелей приведено на рисунке А.16.

А.2.3.7.1 Описание границ для турелей

a) Разъемные турели

Границу разъемной турели определяют следующим образом:

1) области взаимодействия между корпусом судна и турелью или буем;

2) якорные оттяжки и опущенные на дно якоря входят в пределы границ;

3) область взаимодействия между турелью и турельным отсеком (граница включает оконечное устройство райзера);

4) трубопроводы и арматура манифольда между оконечным устройством райзера и вертлюгом или тяговой цепью выходят за пределы границ;

5) оборудование для управления и мониторинга выходит за пределы границ.

Определение границ для неразъемных турелей сосредоточено на морских сооружениях и выделенных турельных системах.

b) Неразъемные турели

Границу неразъемной турели определяют следующим образом:

1) область взаимодействия между корпусом судна и наружным диаметром турели определяет границу между судовой конструкцией и турелью;

2) якорные оттяжки и опущенные на дно якоря включены в пределы границ;

3) область взаимодействия между турелью и турельным отсеком определяет верхнюю границу турели;

4) оконечное устройство райзера и шлангокабеля входит в пределы границ данного оборудования;

5) райзеры не входят в область границ (их считают отдельным классом оборудования).

Таблица А.47 — Классификация по типу. Турели

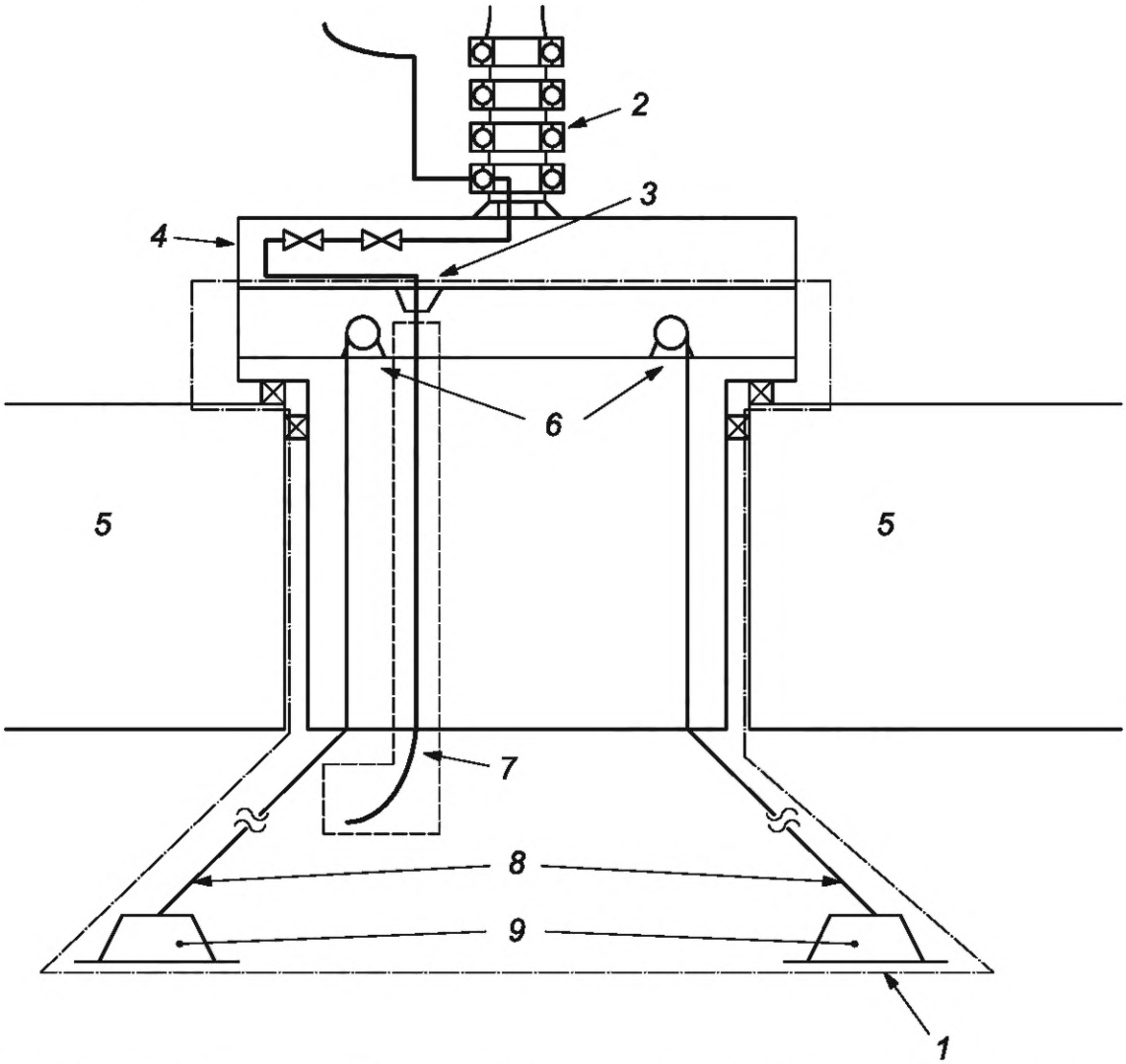
Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Турели	TU	Разъемные турели	DT
		Неразъемные турели	PT

Таблица А.48 — Уровни оборудования. Турели

Вид оборудования	Турели			
Подвид	Турель	Швартовные устройства	Оконечное устройство райзера и шлангокабеля	Системы вспомогательного обслуживания
Ремонтопригодные объекты	Роликовый подшипник. Подшипник скольжения. Колесный подшипник. Конструкция. Поворотная и запорная системы	Якорь. Буй[a]. Цепь. Синтетический трос. Соединение с конструкцией. Лебедка. Трос	Система блокировки ограничителя изгиба. Подвес	Балластная система. Трюмно-осушительная система. Система блокировки буя/судна[a]. Система электроснабжения. Система затаскивания[a]. Вентиляция
[a] Применимо только к разъемным турелям.				

Таблица А.49 — Данные по оборудованию. Турели

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Область применения	Основное применение	Наружная подвеска, внешние добывающие и нагнетательные скважины, внутренняя подвеска, внутренние добывающие и нагнетательные скважины	Высокий
Местоположение турели	Где она установлена на судне	Носовая часть, корма, за жилым отсеком	
Перекачка жидкости	Способ перекачки жидкости	Тяговая цепь, навесной кабель, вертлюг	
Система очередности	—	Активная, пассивная	
Оконечное устройство райзера	Тип	С фланцем, быстросъемное соединение, быстроразъемное соединение, сварное	
Количество райзеров	—	Количество	
Количество шлангокабелей	—	Количество	
Количество якорных оттяжек	—	Количество	
Высота волны	Характерная высота (расчетное значение)	м	Средний
Водоизмещение судна	—	т	



1 — граница; *2* — вертлюг; *3* — оконечное устройство райзера; *4* — эксплуатационный манифольд; *5* — судно; *6* — якорные лебедки; *7* — райзер; *8* — якорные оттяжки; *9* — якоря

Рисунок А.16 — Определение границ. Турели

А.2.3.8 Вертлюги

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию вертлюгов приведены в таблицах А.50, А.51, А.52 соответственно. Определение границ вертлюгов приведено на рисунке А.17.

Таблица А.50 — Классификация по типу. Вертлюги

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Вертлюги	SW	Осевые	AX
		Тороидальные	TO
		Электрические/сигнальные	ES

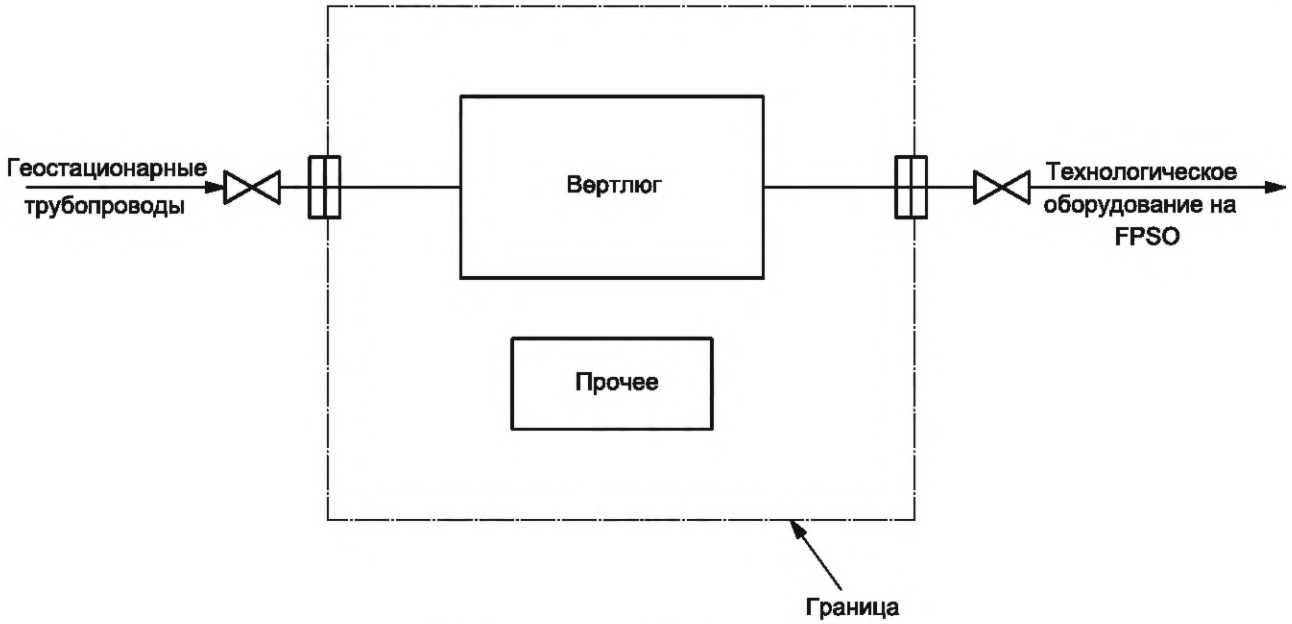


Рисунок А.17 — Определение границ. Вертлюги

Таблица А.51 — Уровни оборудования. Вертлюги

Вид оборудования	Вертлюги	
Подвид	Вертлюг	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Динамические уплотнения. Подшипник. Система защиты от жидкости. Элементы болтового соединения (включая структурные и нагнетательные соединения). Кожух. Щетки[a]	Натяжители. Общие объекты
[a] Только для электрических вертлюгов.		

Таблица А.52 — Данные по оборудованию. Вертлюги

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Количество каналов	Для силовых и сигнальных вертлюгов количеством каналов считается количество TO	Число	Высокий

Окончание таблицы А.52

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Расчетное давление	—	Па (бар)	Средний
Расчетная температура	—	°С	Низкий
Корпус	Тип корпуса	Закрытое исполнение, естественная вентиляция	Средний
Коррозионная активность добываемой жидкости	Тип обслуживания	В кислотонезащищенном исполнении, в кислотозащищенном исполнении	
Пескопроявление	Измеренное или прогнозируемое пескопроявление	г/м^3	Низкий
Электропитание	Только для силовых вертлюгов	кВт	
Напряжение — питание	Только для силовых вертлюгов[a]	В	
Сигнал напряжения	Только для сигнальных вертлюгов[a]	В	
[a] При наличии нескольких уровней следует зарегистрировать преобладающее значение и добавить пояснение в поле «Комментарий».			

А.2.3.9 Резервуары нефтехранилища

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию резервуаров нефтехранилищ приведены в таблицах А.53, А.54, А.55 соответственно. Определение границ резервуаров нефтехранилищ приведено на рисунке А.18.

Примечание — К резервуарам нефтехранилища относят резервуары атмосферного и низкого давления (с охлаждением и без). К данному классу оборудования не относят морские резервуары (для хранения нефти, дизеля, МЭГ, бурового раствора и т. д.) и подземные хранилища в кавернах.

Таблица А.53 — Классификация по типу. Резервуары нефтехранилища

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Резервуары нефтехранилища	TA	Со стационарной крышей	FR
		С подъемной крышей	LR
		С мембранной крышей	DP
		С плавающей крышей	EF
		Без крыши	RL
		Со стационарной крышей с понтоном	IF

Таблица А.54 — Уровни оборудования. Резервуары нефтехранилища

Вид оборудования	Резервуары нефтехранилища				
Подвид	Конструкция резервуара	Внешние объекты	Внутренние объекты	Управление и мониторинг	Прочее
Ремонтопригодные объекты	Корпус (или боковые стенки). Крыша. Днище. Сопла. Лаз.	Дренажная система в днище. Дренажная система на крыше[a]. Уплотнение[a]. Платформа.	Нагревательные установки[c]. Антикоррозионная защита. Сопла. Трубопроводы.	Датчики[d]. Трубопроводы. Открытый сброс. Пламегаситель	Мешалки. Система противопожарной защиты. Система молниезащиты.

Окончание таблицы А.54

Вид оборудования	Резервуары нефтехранилища				
Подвид	Конструкция резервуара	Внешние объекты	Внутренние объекты	Управление и мониторинг	Прочее
	Люк. Фундамент	Проходной мостик. Маршевая лестница. Висячая лестница[a]. Центрирующее устройство для предотвращения вращения[a]. Вторичная защитная оболочка[b]	Подвижная труба[a]		Прочее

[a] Применимо только для резервуаров с плавающей крышей.
[b] Применимо только для охлаждаемых резервуаров для сжиженных газов.
[c] Применимо только для резервуаров с подогревом.
[d] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д.

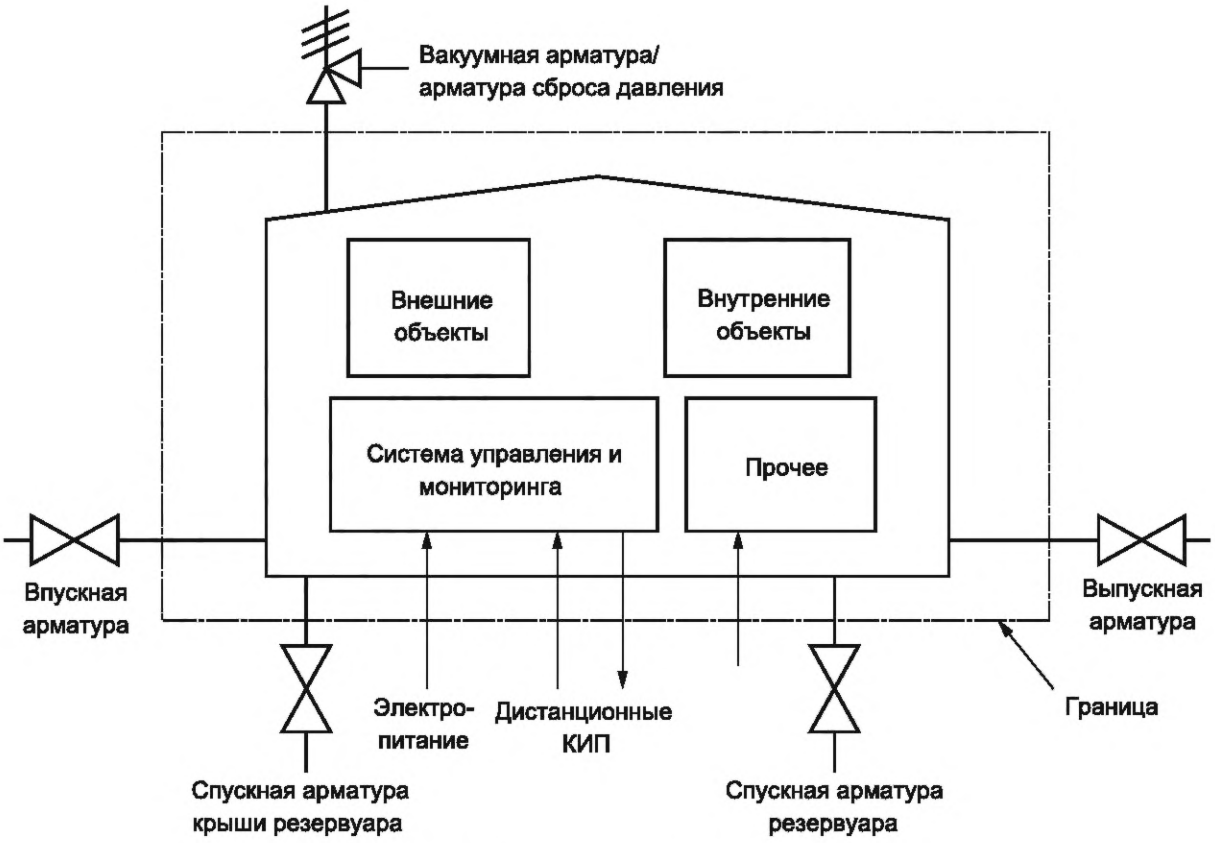


Рисунок А.18 — Определение границ. Резервуары нефтехранилища

Таблица А.55 — Данные по оборудованию. Резервуары нефтехранилища

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Продукт(ы) на хранении	Основной(ые) продукт(ы)	Неочищенная нефть, нефтесодержащая вода, бензин, дизель, метанол, вода, охлажденный СУГ, охлажденный СПГ, химические вещества	Высокий

Окончание таблицы А.55

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Специфическая плотность продукта	Относительная плотность	Число	Средний
Конструктивные стандарты	Конструктивные стандарты	Стандарт/редакция/дополнение	
Расчетное давление	Максимальное положительное давление по манометру	Па (бар)	Высокий
Расчетный вакуум	Максимальный частичный вакуум	Па (бар)	
Объем	Номинальный наливной объем	$м^3$	Средний
Размер (диаметр)	Номинальный диаметр	м	
Размер (высота)	Номинальная высота	м	
Температура (расчетная)	Максимальная расчетная температура	°С	Высокий
	Минимальная расчетная температура	°С	
Температура (рабочая)	Рабочая температура	°С	Средний
Материал корпуса	Следует указать тип или код	Следует указать	
Материал крыши	Следует указать тип или код	Следует указать	
Внутренняя облицовка	Следует указать	Да/нет	
Система обогрева	Следует указать	Да/нет	Низкий
Система охлаждения резервуара	Следует указать	Да/нет	Средний
Тип крыши	Стационарный или плавающий	Стационарный или плавающий	
Тип плавающей крыши	Следует указать	Следует указать	
Толщина стенки	Номинальная толщина (1-й ряд)	мм	
Смесительная установка	Следует указать	Да/нет	Низкий
Вторичная защитная оболочка	Следует указать	Да/нет	Средний

А.2.4 Электрооборудование

А.2.4.1 Источник бесперебойного питания (ИБП)

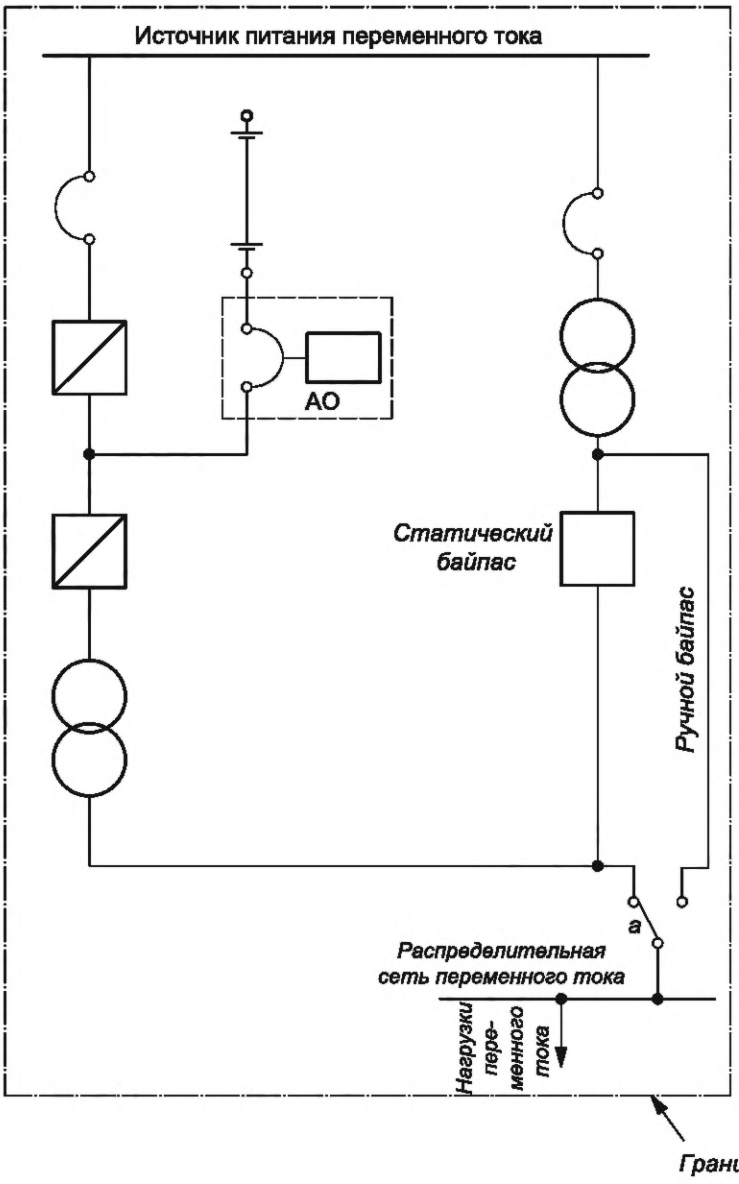
Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию ИБП приведены в таблицах А.56, А.57, А.58 соответственно. Определение границ ИБП приведено на рисунке А.19.

Таблица А.56 — Классификация по типу. ИБП

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
ИБП	UP	Система параллельно работающих ИБП с резервным байпасом. На выпрямитель подается аварийное электропитание. Питание на байпас подает главная система электропитания	UB

Окончание таблицы А.56

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
ИБП	UP	Система параллельно работающих ИБП без байпаса. На выпрямитель подается аварийное электропитание	UD
		Одиночный ИБП с байпасом. На выпрямитель подается аварийное электропитание. Питание на байпас подает главная система электропитания	US
		Одиночный ИБП без байпаса. На выпрямитель подается аварийное электропитание	UT



а — выключатель с перекрывающими контактами

Рисунок А.19 — Определение границ. Источники бесперебойного питания

Таблица А.57 — Уровни оборудования. ИБП

Вид оборудования	ИБП					
Подвид	Аккумуляторная батарея	Обходной выключатель	Инвертор	Выпрямитель/ источник питания постоянного тока	Управление и мониторинг	Прочее
Единицы ТО	Батарейный автомат. Аккумуляторная батарея (АКБ). Система кабелей. Автоматический выключатель. Соединение/ розетка. КИП	Переключатель байпаса. Трансформатор байпаса. Источник питания контактора[a]. Предохранитель(и). КИП. Статический переключатель	Переключатель байпаса. Система кабелей. Соединение/ розетка. Предохранитель(и). КИП. Инвертор. Статический переключатель. Трансформатор инвертора	Система кабелей. Источник питания контактора[a]. Предохранитель(и). Выключатель с предохранителем. КИП. Выпрямитель. Трансформатор выпрямителя	Блок управления. Внутренний источник питания. Система мониторинга Датчики[b]. Проводка. Устройство контроля изоляции	Шкаф. Изоляция. Вентиляторы охлаждения. Прочее

[a] Как правило, расположен в распределительном устройстве.

[b] Следует указать тип датчика, например датчик давления, температуры, уровня и т. д. Также см. класс оборудования «Устройства ввода» в А.2.5.2. В целом, следует соблюдать осторожность при причислении подобных объектов к классу оборудования ИБП.

Таблица А.58 — Данные по оборудованию. ИБП

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Область применения	Для какого оборудования применяется ИБП	Автоматический выключатель, системы управления, системы безопасности, телекоммуникации	Высокий
Напряжение питания системы	Напряжение питания	В	
Частота напряжения питания	Номинальная частота напряжения питания	50 или 60 Гц	
Количество фаз напряжения питания	1 или 3 фазы	Число	
Колебания напряжения	Напряжение питания	%	Низкий
Колебания частоты	Частота напряжения питания	%	
Выходное напряжение системы	Выходное напряжение	В	Высокий
Частота выходного напряжения	Номинальная частота или ток выходного напряжения	50, 60 Гц или постоянный ток	
Количество фаз выходного напряжения	1 или 3 фазы	Число	
Номинальная мощность и коэффициент мощности	Полная мощность и коэффициент мощности при номинальной эксплуатации	кВА/cos φ	
Степень защиты	Класс защиты в соответствии с *ГОСТ 14254*	Код IP	Средний
Температура окружающего воздуха	Рабочий диапазон температур	Минимальная и максимальная температура, °С	Низкий

Окончание таблицы А.58

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип охлаждения	Следует указать	Водное, воздушное, иное	Средний
Система комплектов ИБП	Количество параллельно работающих систем ИБП	Две, одна, три	
Байпасная система выпрямителя/инвертора	Тип байпаса	Ручной, статический	
Время резервного питания АКБ	Время, в течение которого АКБ сможет обеспечивать инвертору номинальную выходную мощность	Минуты	
Время повторного заряда	Время, необходимое для заряда АКБ до 90 %	ч	
Тип АКБ	Тип	Никель-кадмиевый, свинцово-кислотный, иной	
Мониторинг МТЗ нулевой последовательности АКБ	Следует указать	Общий, индивидуальный, п/д	Низкий
Тип вентиляции	Следует указать	Приточная, естественная	
Количество АКБ	Следует указать	Число	Средний

А.2.4.2 Силовые трансформаторы

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию силовых трансформаторов приведены в таблицах А.59, А.60, А.61 соответственно. Определение границ силовых трансформаторов приведено на рисунке А.20.

Примечание — Силовые трансформаторы, рассматриваемые в настоящем пункте, используют в сочетании с морскими (надводными) и береговыми источниками питания, например электродвигателями. Подводные силовые трансформаторы рассмотрены в А.2.6.5 в качестве единицы ТО. Часть информации, содержащейся в настоящем пункте, применима в случае, когда осуществляют более подробный сбор данных о надежности для указанных объектов.

Таблица А.59 — Классификация по типу. Силовые трансформаторы

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Силовые трансформаторы	PT	Масляный	OT
		Сухой	DT

Таблица А.60 — Уровни оборудования. Силовые трансформаторы

Вид оборудования	Силовые трансформаторы[a]		
Подвид	Трансформатор	Система мониторинга	Прочее
Единицы ТО[b]	Смазочное масло. Конструкция. Обмотки. Вентилятор. Магнитная система. Расширитель. Радиатор. Переключатель ответвлений. Нейтраль, заземленная через сопротивление. Внешний бак[c]	Реле Бухгольца. Маслоуказатель. Термометр. ПА. Реле давления. Трансформаторы тока	Проходные изоляторы. Клеммные колодки. Соединители. Проводка. Заземление. Монтажная коробка Силикагелевое устройство. Демпфирующие устройства. Пенетратор[c]. Резисторы заземления нейтрали.

Окончание таблицы А.60

[a] Что касается оборудования, не попадающего под класс подводного, следует обратить внимание на различия в частотных преобразователях, силовых трансформаторах и электроприводах с регулируемой скоростью.
[b] Следует отметить, что силовые трансформаторы, располагаемые на морском дне, в составе класса оборудования «Подводное распределение электроэнергии» (см. А.2.6.5) являются единицей ТО. В состав класса оборудования «Подводное распределение электроэнергии» могут попадать повышающие и/или понижающие трансформаторы, расположенные над водой/на берегу, и они будут попадать под тот же класс оборудования «Силовые трансформаторы» в настоящей таблице.
[c] Подводное применение.

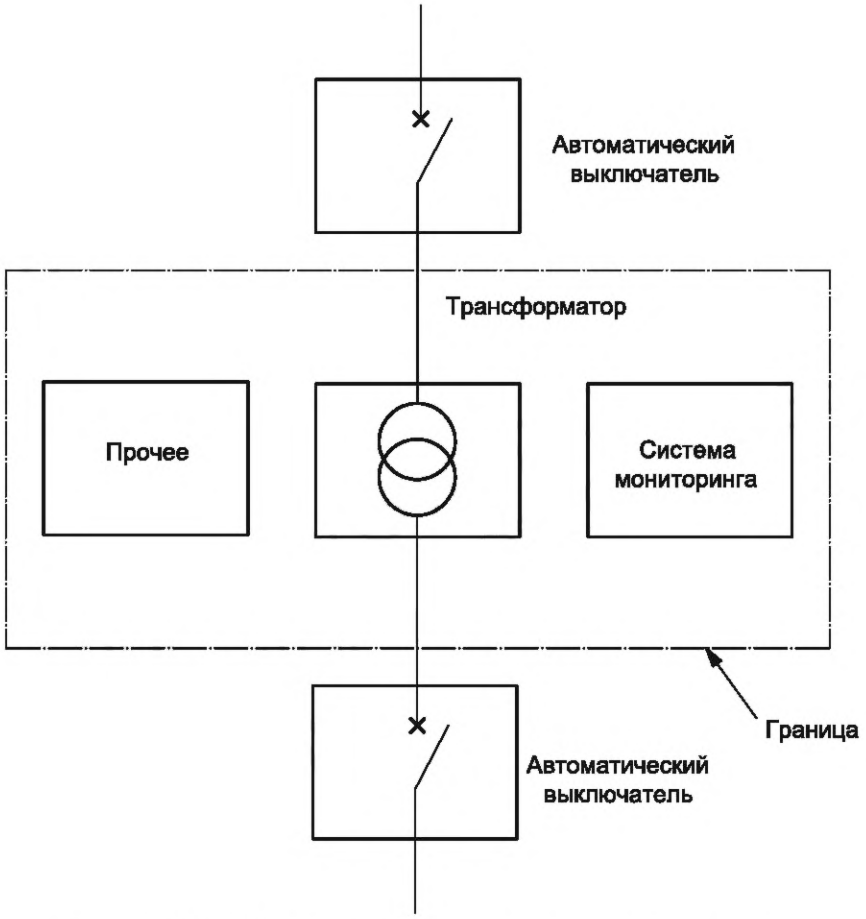


Рисунок А.20 — Определение границ. Силовые трансформаторы

Таблица А.61 — Данные по оборудованию. Силовые трансформаторы

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Частотные	Номинальная частота	Гц	Низкий
Первичное напряжение	Номинальное напряжение	кВ	Высокий
Вторичное напряжение	Номинальное напряжение	кВ	
Напряжение дополнительных обмоток	Номинальное напряжение третичной или дополнительной обмотки	кВ	
Мощность (расчетная)	Номинальная мощность	кВт	
Коэффициент мощности	cos φ	Число	Низкий
КПД	Коэффициент полезного действия (η)	Число = 1	Средний
Степень защиты	Класс защиты в соответствии с *ГОСТ 14254*	Классификация в соответствии с *ГОСТ 14254—2015 (раздел 4)*	Низкий

Окончание таблицы А.61

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Обозначение класса нагревостойкости	Класс нагревостойкости в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60085*	Y, A, E, B, F, H, 200, 220, 250	Средний
Повышение температуры	См. *[84]*	°С	Низкий
Система охлаждения трансформатора	Тип (см. *[84]*)	Классификация (см. раздел 3 *[84]*)	Высокий
Количество фаз	1 или 3 фазы	Число	
Электрическая прочность изоляции	Изоляция в соответствии с *ГОСТ Р 56738*	кВ	
Соединение трехфазного трансформатора	Тип и комбинация соединений (группы соединений обмоток), например «звезда», «треугольник» и т. д., в соответствии с *ГОСТ 30830*	Рекомендуется использовать классификацию по *ГОСТ 30830—2002 (приложение D)*	
Тип обмотки сухого трансформатора	Следует указать, закрыта ли обмотка литой изоляцией. Примером литой изоляции может служить герметизирующая смола	Капсулированная/некапсулированная	Средний

А.2.4.3 Распределительное устройство

Распределительное устройство (РУ) широко применяется на берегу (и не только) для распределения электроэнергии и защиты электрических сетей высокого и низкого напряжений. Данная классификация включает в себя РУ высокого (>1 кВ) и низкого (<1 кВ) напряжений. РУ высокого напряжения (ВН) могут иметь воздушную или газовую изоляцию, как показано в таблице А.62. Следует отметить, что к РУ низкого напряжения (НН) также относятся распределительные щиты.

В область применения входят однофазное, трехфазное использование и использование постоянного тока.

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию РУ приведены в таблицах А.62, А.63, А.64 соответственно. Определение границ РУ приведено на рисунке А.21.

Таблица А.62 — Классификация по типу. Распределительное устройство

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
РУ	SG	Низкого напряжения	LV
		С масляной и вакуумной изоляцией	OV
		Высокого напряжения с воздушной изоляцией	HA
		Высокого напряжения с газовой изоляцией	HG

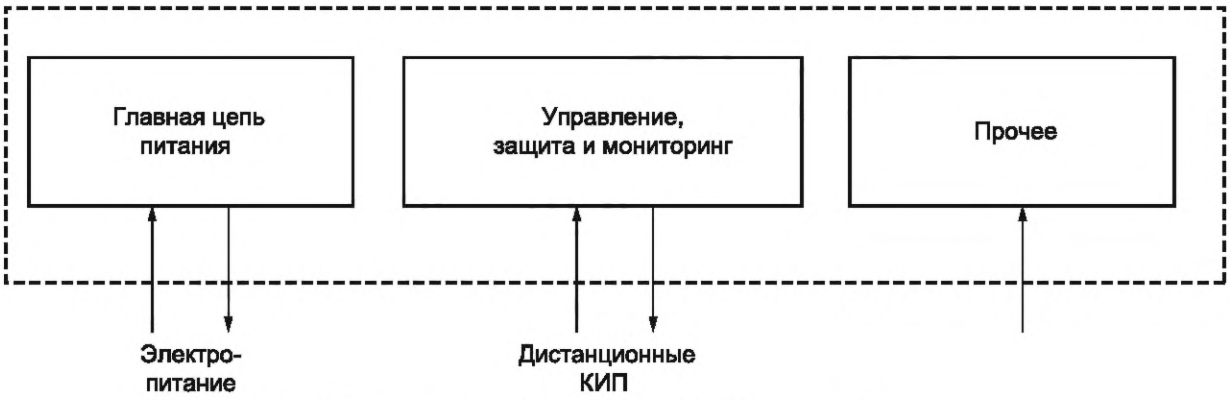


Рисунок А.21 — Определение границ. Распределительное устройство

Таблица А.63 — Уровни оборудования. Распределительное устройство

Вид оборудования	Распределительное устройство		
Подвид	Главная цепь питания	Управление, защита и мониторинг	Прочее
Единицы ТО	Автоматический выключатель[a]. Кабельный наконечник. Трансформаторы тока. Трансформаторы напряжения. Разъединители. Заземлитель. Пускатели (контактор). Исполнительный механизм[b]. Шина[c]	КИП[d]. Реле защиты и блокирующее устройство[e]. Источник питания цепи управления. Модульные автоматические выключатели (МАВ). Интерфейс связи. Клеммные колодки и соединители. Программируемые логические контроллеры (ПЛК). Датчик[f]. Арматура. Трубопроводы. Проводка	Статив интерфейсов. Система охлаждения. Оболочка[g] (шкаф)

[a] В том числе внутренние объекты, такие как электромагнит включения, электромагнит отключения, датчик положения, пружина и т. д.

[b] Исполнительный механизм для подачи питания на механизм расцепителя автоматического выключателя.

[c] Шинные изоляторы входят в состав шины.

[d] В том числе вольтметры и амперметры.

[e] Блокирующее устройство может входить в состав программного обеспечения реле защиты или выступать в качестве стандартной логики устройства защиты.

[f] В комплекте КРУЭ (тип оборудования HG) поставляется датчик для мониторинга давления в камере.

[g] Механизм стойки включен в состав оболочки. Кабели, входящие в оболочку и выходящие из нее, не попадают в область применения.

Таблица А.64 — Данные по оборудованию. Распределительное устройство

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Область применения	Описание области применения РУ (предоставляемые услуги)	Система управления, система обеспечения безопасности	Средний
Номинальное напряжение системы	Расчетное рабочее напряжение	В, переменный или постоянный ток	Высокий
Номинальный ток, протекающий по шине	Максимальный длительный ток при указанных условиях	А	
Номинальный кратковременно выдерживаемый ток	Действующее значение тока КЗ, выдерживаемого РУ на протяжении указанного времени	кА	Низкий
Номинальная продолжительность короткого замыкания (КЗ)	Интервал времени, на протяжении которого РУ будет выдерживать кратковременно выдерживаемый ток	с	
Использование производительности	Нормальная рабочая/расчетная производительность	%	Высокий
Номинальная частота	Нормальная рабочая частота	Гц	
Количество цепей	Количество исходящих соединений	Число	Средний
Степень защиты	Защита шкафа от воздействия окружающей среды	Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой (IP)	Низкий
Классификация взрывоопасной зоны	Классификация взрывоопасной зоны для взрывозащищенного электрооборудования в соответствии с *ГОСТ 31610.0*	Следует указать	Средний

Окончание таблицы А.64

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Номинальный ток переключателей/автоматических выключателей	Номинальный ток переключателей/автоматических выключателей	Следует указать	Низкий

А.2.4.4 Частотные преобразователи

Системы приводов с регулируемой скоростью (СПРСк) предназначены для подачи питания на электродвигатель(и) таким образом, чтобы можно было регулировать скорость или крутящий момент электродвигателя(ей). Частотные преобразователи, также называемые частотно-управляемыми приводами (ЧУП), применяются для электродвигателей переменного тока. СПРСк может состоять из одного частотного преобразователя, если относится к типу АС (переменного тока).

СПРСк широко применяют в нефтегазовой отрасли: от простого управления скоростью системы ОВиК до управления скоростью подводного насоса в системе подводной подготовки.

Следует отметить, что класс оборудования «Частотные преобразователи» связан со следующими классами оборудования: «Электродвигатели» (А.2.2.4), «Силовые трансформаторы» (см. А.2.4.2), «Подводное распределение электроэнергии» (А.2.6.5) и «Электрические скважинные насосы» (А.2.7.6). Например, при сборе или оценке данных о надежности управляющий компрессором электродвигатель с приводом с регулируемой скоростью должен будет включать в себя различные классы оборудования. Однако следует отметить, что подводный частотный преобразователь является единицей ТО для класса оборудования «Подводное распределение электроэнергии» (см. А.2.6.5).

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию частотных преобразований приведены в таблицах А.65, А.66, А.67 соответственно.

Таблица А.65 — Классификация по типу. Частотные преобразователи

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Частотные преобразователи	FC	Низкого напряжения	LV
		Высокого напряжения	HV

На рисунке А.22 показаны стандартная конфигурация системы приводов с регулируемой скоростью, класс оборудования «Преобразователь частоты», способ организации частотных преобразователей в СПРСк, а также их зависимость от других элементов, например от таких классов оборудования, как «Силовые трансформаторы» (см. А.2.4.2) и «Электродвигатели (см. А.2.2.4). *Определение границ СПРСк приведено на рисунке А.23.*

Таблица А.66 — Уровни оборудования. Частотные преобразователи

Вид оборудования	Частотные преобразователи					
Подвид	Входной каскад	Шина постоянного тока	Выходной каскад	Управление и мониторинг	Система охлаждения	Прочее
Единицы ТО	Выпрямители. Защитные устройства. Встроенный автоматический выключатель или разъединитель. Фильтр гармоник. Коммутирующий реактор.	Конденсаторы. Индукторы. Цепи для зарядки. Тормозные прерыватели. Встроенный автоматический выключатель или разъединитель. Предохранители выключателей.	Инвертор. Выходные фильтры. Топливные элементы	Система мониторинга[b]. Блок управления. Внутренний источник питания. Связь. Платы. КИП. Проводка. Модульные автоматические выключатели/предохранители.	Теплообменник. Фильтр. Электродвигатель. Трубопроводы. Насос. Уплотнения. Арматура. Охлаждающие вентиляторы оболочки. Деионизатор[c].	Нагревательные установки. Арматура и фитинги оболочки. Контуры возбуждения. Шунтирующий контактор

Окончание таблицы А.66

Вид оборудования	Частотные преобразователи					
Подвид	Входной каскад	Шина постоянного тока	Выходной каскад	Управление и мониторинг	Система охлаждения	Прочее
	Входной трансформатор[a]	Предохранители		Выключатель-разъединитель	Воздушный клапан	

[a] Входной трансформатор расположен внутри частотного преобразователя (в конфигурации СПРСк). Он отличается от стандартного силового трансформатора, однако может относиться к классу оборудования «Силовые трансформаторы» (см. таблицу А.60), если необходимо провести более подробное деление на уровни.

[b] Следует указать тип КИП/датчика, тока, напряжения, питания, скорости, ответа контактора.

[c] Для некоторых установок высокого напряжения (тип оборудования — HV) будет предусмотрен замкнутый контур с деионизированной водой для охлаждения, состоящий из трубопроводов, электродвигателя и деионизатора.

Таблица А.67 — Данные по оборудованию. Частотные преобразователи

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Соответствующая приводимая установка	Вид оборудования (электродвигатель), к которому подключен частотный преобразователь	Инвентарный номер	Средний
Идентификация системы	Идентификационный номер системы	Число	Высокий
Вид тока	Конструктивная характеристика	Переменный ток, постоянный ток	
Вид коммутации	Следует описать в соответствии с перечнем кодов	Автоматическая, линейная, за счет нагрузки	Низкий
Область применения	Где применяется	В составе компрессора, подводные работы, скважина, технологический процесс, бурение, вспомогательные системы	Высокий
Напряжение питания	Напряжение питания	В	Низкий
Мощность (расчетная)	Расчетная/номинальная мощность системы	кВт, МВт, МВт/А	Высокий
Использование производительности	Нормальная рабочая/расчетная производительность	%	Средний
Рабочий диапазон частот	Нормальный диапазон частот выходного напряжения	Гц	Низкий
Тип преобразователя	Описывает подачу выпрямителем резервного питания в систему электроснабжения	Одно-, двух- или четырехквадрантный преобразователь	Средний
Входные соединения трансформатора	Описывает входные соединения, применение трансформатора и назначение конструкции	Повышающий, понижающий, разделительный, фазоповоротный трансформатор	
Преобразование выходного сигнала	Описывает выходное соединение, применение преобразования выходного сигнала или повышающего трансформатора	Выходные фильтры, повышающие трансформаторы	
Принудительное воздушное охлаждение	Какие механизмы системы охлаждения применяются в трансформаторах СПРСк, тормозных резисторах и оболочках	Жидкостное, дутьевое охлаждение (следует указать преобладающий вариант, поскольку на практике они часто сочетаются)	Высокий

Окончание таблицы А.67

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Классификация взрывоопасной зоны	Классификация взрывоопасной зоны для взрывозащищенного электрооборудования в соответствии с *ГОСТ 31610.0*	Следует указать	Высокий
Степень защиты	Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой (IP), в соответствии с *ГОСТ 14254*	Следует указать	Средний

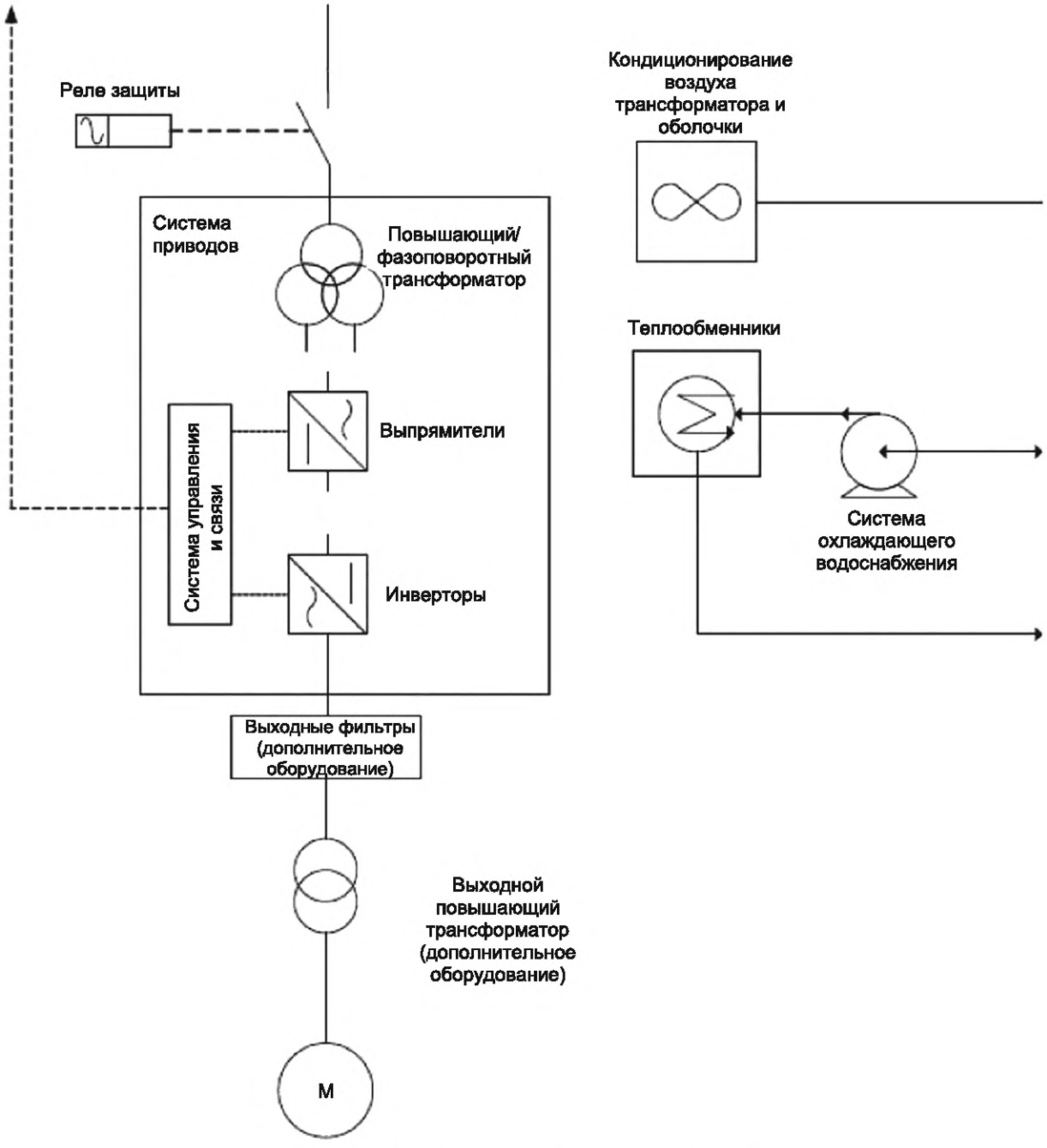


Рисунок А.22 — Стандартная конфигурация СПРСк с частотными преобразователями

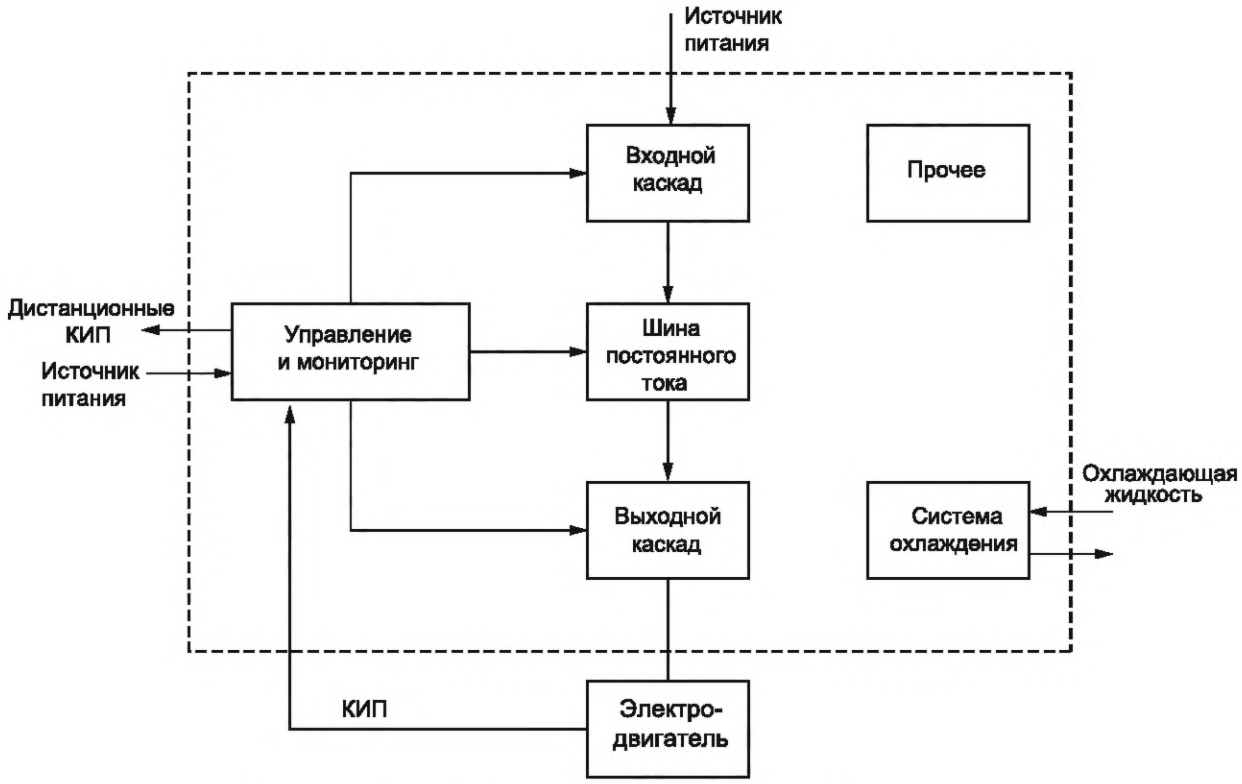


Рисунок А.23 — Определение границ. Частотные преобразователи

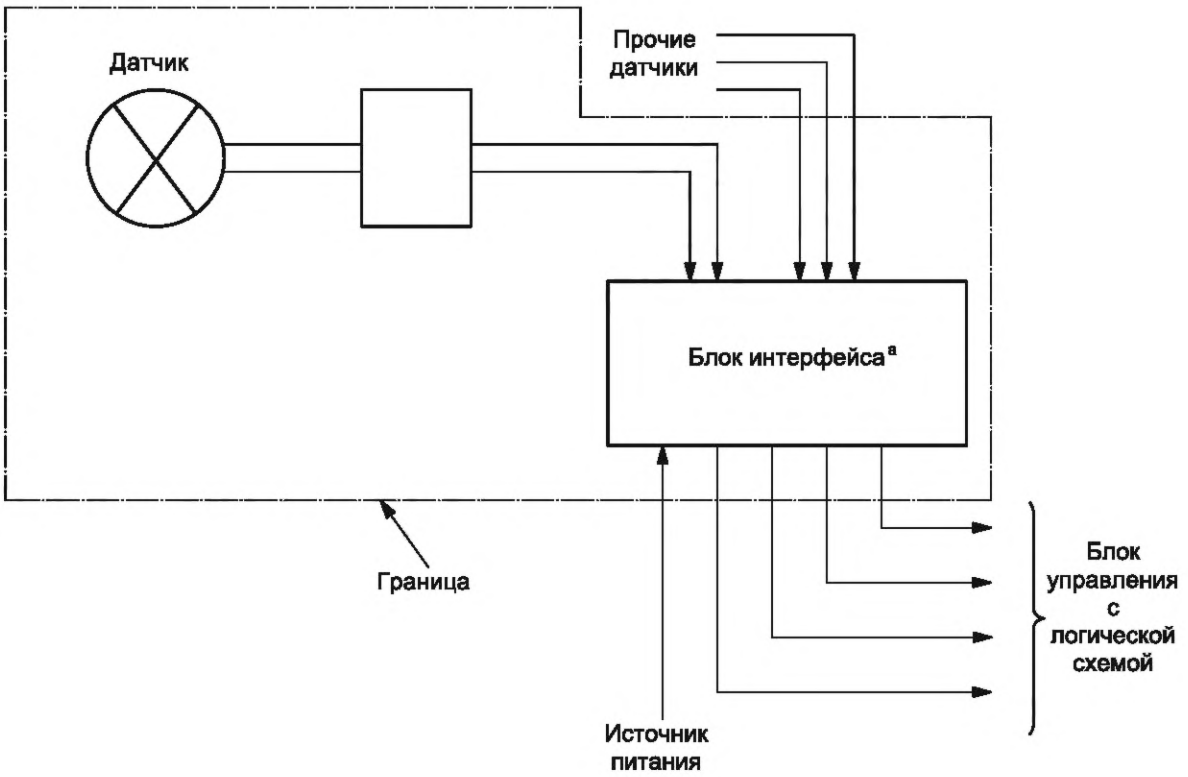
А.2.5 Обеспечение безопасности и управления

А.2.5.1 Пожарные извещатели и датчики загазованности

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию пожарных извещателей и датчиков загазованности приведены в таблицах А.68, А.69, А.70 соответственно. Определение границ пожарных извещателей и датчиков загазованности приведено на рисунке А.24.

Таблица А.68 — Классификация по типу. Пожарные извещатели и датчики загазованности

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Пожарные извещатели и датчики загазованности	FG	Обнаружение пожара (FGA)	
		Задымленность/возгорание	BS
		Нагрев	BH
		Открытый огонь	BF
		Нажимная кнопка	BM
		Прочее	BA
		Обнаружение газа (FGB)	
		Углеводород	AB
		Токсичные газы	AS
		Прочее	AO
Примечание — Код вида отказа FG подразделяют на FGA и FGB (см. также таблицу В.9).			



[a] Применимо не для всех датчиков огня и газа.

Рисунок А.24 — Определение границ. Пожарные извещатели и датчики загазованности

А.2.5.1.1 Определение границ для пожарных извещателей и датчиков загазованности

Полевые устройства ввода, такие как пожарные извещатели и датчики загазованности, как правило, подключены к блоку управления защитой от пожара и утечек газа с логической схемой (CLU), который не входит в границы пожарных извещателей и датчиков загазованности (см. рисунок А.19). В цепи между датчиком и блоком с логической схемой можно использовать блок системы мониторинга/интерфейса, который будет являться неотъемлемой частью пожарных извещателей и датчиков загазованности. Задача этих блоков, помимо прочего, — следить за состоянием датчиков, соединений и кабелей их интерфейсов, анализируя поступающие данные по различным алгоритмам и вызывая срабатывание сигналов отказа и аварийного состояния. Основной принцип обмена данными между полевым оборудованием и подобными системами интерфейсов может строиться на мультиплексировании и последовательном опросе о наличии соответствующих данных.

Таблица А.69 — Уровни оборудования. Пожарные извещатели и датчики загазованности

Вид оборудования	Пожарные извещатели и датчики загазованности		
Подвид	Датчик	Блок интерфейса[a]	Прочее
Единицы ТО	Система кабелей. Крышка. Датчик (включая чувствительный элемент и сопутствующую электронную аппаратуру). Монтажное гнездо	Шкаф. Плата управления. Дисплей	Прочее
[a] Применимо не для всех пожарных извещателей и датчиков загазованности.			

Таблица А.70 — Данные по оборудованию. Пожарные извещатели и датчики загазованности

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Функциональные свойства			
Местоположение для установки	Место установки	Пол буровой установки, устьевое оборудование, технологическая установка, дополнительные системы, установки для подготовки и очистки бурового раствора, энергетические ГТ установки, вспомогательные ресурсы, контроллерная, диспетчерская, жилой отсек	Высокий
Среда	Воздействие	Интенсивное, умеренное, слабое, неизвестно[a]	
Свойства объекта			
Принцип обнаружения	Тип	При пожаре: ионизация, оптическое считывание, ИК-, УФ-, ИК/УФ-излучение, повышение нормы, сравнение нормы, фиксированная температура, плавкий предохранитель, камера, многосенсорное измерительное устройство (оптическое/тепловое). При утечке газа: каталитический, электрохимический, фотоэлектрохимический, с фотоэлектрическим лучом, ИК-, УФ-излучение, звуковой, камера, аспирационный, с оптическим лучом, твердотельный	Высокий
Обмен данными с датчиком	Тип	Традиционный, с адресацией (односторонний), интеллектуальный (двусторонний)	Средний
Устойчивость к неисправности[b]	Ответ при неисправности	Да/нет	
Функция самопроверки	Степень самопроверки	Самопроверка отсутствует, автоматический петлевой метод, встроенная проверка, комбинированная	
Вид взрывозащиты	Категория по классификации взрывозащиты, например Ex(d), Ex(e)[c]	Ex(d), Ex(e), Ex(i), отсутствует	Низкий

[a] Классификация окружающей среды применения:

- тяжелые условия эксплуатации: в незакрытом корпусе и/или под открытым небом; подвергается сильному воздействию (вибрации, нагрева, пыли, соли);
- умеренные: в частично закрытом корпусе и/или подвергается умеренному воздействию (вибрации, нагрев, пыль, соль); с естественной вентиляцией;
- легкие: в закрытом корпусе и/или в помещении; подвергается небольшому воздействию (вибрации, нагрев, пыль, соль); с механической вентиляцией.

[b] Конструкция, выполненная с учетом возможности обесточивания, отвечает требованиям принципов обеспечения надежности системы при отказе некоторых элементов. Автоматизированную систему безопасности в режиме «нормального состояния под напряжением» можно приспособить к надежной работе в случае потери питания или сигнала.

[c] См. *ГОСТ 31610.0, ГОСТ IEC 60079-1, ГОСТ IEC 60079-2*.

А.2.5.2 Устройства ввода

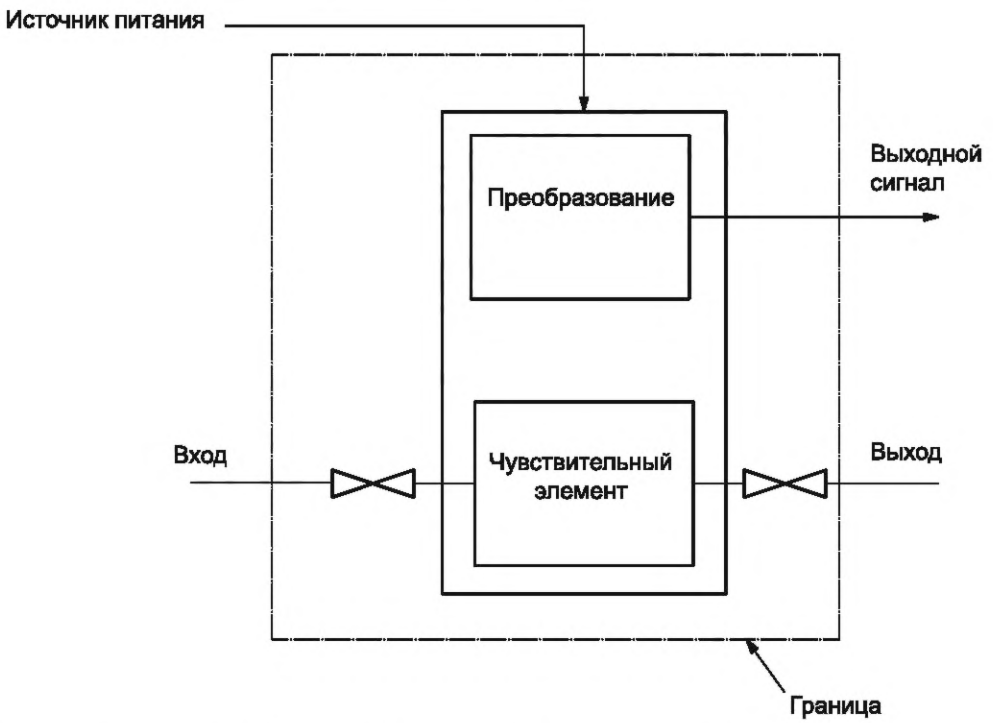
По своей сути устройства ввода являются датчиками, преобразующими технологические параметры в электрический сигнал, который можно отслеживать. Традиционно выделяют следующие основные категории устройств ввода:

- передатчик, преобразующий технологические параметры (например, давление) в пропорциональные электрические сигналы, как правило, от 4 до 20 мА или от 0 до 10 В (см. *[163]*);
- преобразователь, преобразующий технологические параметры (например, давление) в пропорциональные электрические сигналы, как правило, в выходные сигналы без их усиления;
- датчик, преобразующий технологические параметры (например, давление), как правило, в электрические сигналы включения/отключения.

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию устройств ввода приведены в таблицах А.71, А.72, А.73 соответственно. Определение границ устройств ввода приведено на рисунке А.25.

Таблица А.71 — Классификация по типу. Устройства ввода

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Устройства ввода	IP	Давление	PS
		Уровень	LS
		Температура	TS
		Поток	FS
		Скорость	SP
		Вибрация	VI
		Измещение	DI
		Анализатор	AN
		Вес	WE
		Коррозия	CO
		Концевой выключатель	LP
		Включение/отключение (нажимная кнопка)	PB
		Прочее	OT



Примечание — Данное изображение границы не относится к датчикам и нажимным кнопкам.

Рисунок А.25 — Определение границ. Устройства ввода

Таблица А.72 — Уровни оборудования. Устройства ввода

Вид оборудования	Устройства ввода	
Подвид	Датчик и электронная аппаратура	Прочее
Единицы ТО	Чувствительный элемент	Система кабелей
	Оборудование для преобразования (электронная аппаратура)	Трубопроводы. Прочее

Таблица А.73 — Данные по оборудованию. Устройства ввода

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Функциональные свойства			
Местоположение для установки	Место установки	Пол буровой установки, устьевое оборудование, технологическая установка, дополнительные системы, установки для подготовки и очистки бурового раствора, энергетические ГТ установки, вспомогательные ресурсы, контроллерная, диспетчерская, жилой отсек	Высокий
Область применения	Где применяется	Контроль технологического процесса, аварийная остановка, остановка технологического процесса, снижение давления, байпас, сброс давления, мониторинг, комбинированное применение	
Коррозионная/эрозионная активность жидкости/газа	Следует указать категорию, как показано в сноске «а»	Слабо, умеренно, сильно	Средний
Свойства объекта			
Категория	Основная категория	Передатчик, преобразователь, датчик, нажимная кнопка	Высокий
Принцип обнаружения	Только для датчиков давления	Приклеенный тензодатчик, полупроводник, тензодатчик, пьезоэлектрический, электромеханический, емкостный, магнитного сопротивления, вибрационный проводной	
	Только для датчиков уровня	Чувствительный элемент: по перепаду давления, емкостный, по проводимости, измещению, диафрагме, акустический, оптический, микроволновый, радиочастотный, ядерный	
	Только для датчиков температуры	Термометр сопротивления (РТ), термопара, капиллярный сигнал	
	Только для датчиков расхода	Измещение, дифференциальный напор (закрытый/открытый канал/трубопровод), скорость, масса	
	Следует указать дополнительные виды, если применимо (например, скорости, вибрации)	При необходимости определяет пользователь	
Избирательная логика датчика: *k* из *Y* (только если применимо)	По меньшей мере, *k* из общего числа *Y* датчиков должны обеспечивать сигнал, чтобы можно было инициировать действие по обеспечению контроля/безопасности. Необходимо ввести *k* и *Y*. Если избирательная логика отсутствует, данное поле следует оставить пустым	*k* = «*xx*» (целое число); *Y* = «*yy*» (целое число)	Низкий
Устойчивость к неисправности	Ответ при неисправности	Да/нет	Высокий
Обмен данными с датчиком	Тип	Традиционный, с адресацией (односторонний), интеллектуальный (двусторонний)	Средний

Окончание таблицы А.73

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Функция самопроверки	Степень самопроверки	Самопроверка отсутствует, автоматический петлевой метод, встроенная проверка, комбинированная	Высокий
Вид взрывозащиты	Категория по классификации взрывозащиты, например Ex(d), Ex(e)[b]	Ex(d), Ex(e), Ex(i), отсутствует	Низкий
[a] Вещества со слабым корродирующим действием (вещества, свободные от примесей, например воздух, вода, азот). Вещества с умеренным корродирующим/эродирующим действием (сжиженный нефтяной газ не считают веществом с сильным действием, морская вода, в ряде случаев частицы). Вещества с сильным корродирующим/эродирующим действием (углеводороды с высоким содержанием H_2S, CO_2 или песка). [b] См. *ГОСТ 31610.0, ГОСТ IEC 60079-1, ГОСТ IEC 60079-2.*			

А.2.5.3 Блоки управления с логической схемой

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию блоков управления с логической схемой в таблицах А.74, А.75, А.76 соответственно. Определение границ блоков управления с логической схемой приведено на рисунке А.26.

Таблица А.74 — Классификация по типу. Блоки управления с логической схемой

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Блоки управления с логической схемой	CL	ПЛК	LC
		Компьютер	PC
		Распределительный блок управления	DC
		Реле	RL
		Твердотельные	SS
		Одноконтурный контроллер	SL
		Программируемый контроллер автоматизации (ПКА)	PA

Таблица А.75 — Уровни оборудования. Блоки управления с логической схемой

Вид оборудования	Блоки управления с логической схемой							
Подвид	Платы аналогового ввода	Платы цифрового ввода	Платы аналогового вывода	Платы цифрового вывода	Логическое устройство	Системная шина	Источник питания	Прочее
Единицы ТО	Плата ввода. Соединительное устройство	Плата ввода. Соединительное устройство (Х-образная проводка)	Плата вывода. Соединительное устройство (Х-образная проводка). Реле	Плата вывода. Соединительное устройство (Х-образная проводка). Реле	Центральный процессор (ЦП). Оперативная память (ОЗУ). Сторожевое/диагностическое устройство. Программное обеспечение	Отсутствуют	Отсутствуют	Барьеры с гальванической развязкой. Прочее

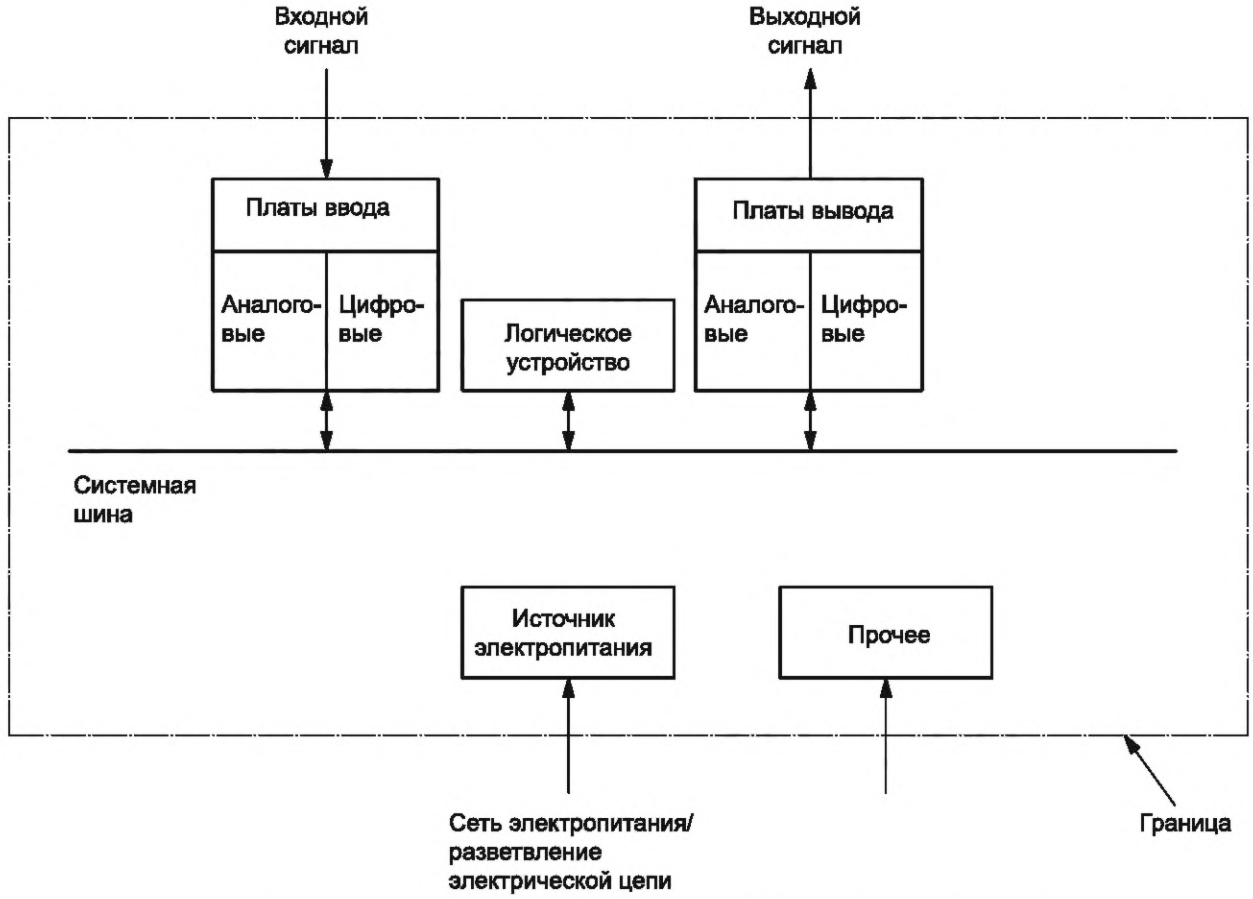


Рисунок А.26 — Определение границ. Блоки управления с логической схемой

Таблица А.76 — Данные по оборудованию. Блоки управления с логической схемой

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Область применения (логические схемы управления)	Месторасположение	Централизованный, распределенный, человеко-машинный интерфейс (ЧМИ)	Средний
Конфигурация с резервированием	Следует указать наличие либо отсутствие резервных блоков управления с логической схемой	Да/нет	Низкий
Функция самопроверки	Степень самопроверки	Самопроверка отсутствует, автоматический петлевой метод, встроенная проверка, комбинированная	Высокий
Устойчивость к неисправности	Ответ при неисправности	Да/нет	

А.2.5.4 Трубопроводная арматура

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию трубопроводной арматуры приведены в таблицах А.77, А.78, А.79 соответственно. Определение границ трубопроводной арматуры приведено на рисунке А.27.

Примечание — Трубопроводная арматура, описанная в таксономической классификации в таблице А.77, не включает арматуру, используемую для специализированных задач разведки и добычи, например подводную арматуру и клапаны, используемые для нижнего заканчивания скважины. Эта арматура рассмотрена в А.2.6.7, А.2.6.8, А.2.7.5. Тем не менее устьевое оборудование и фонтанную арматуру (для скважин с надводным расположением устья) относят к надводной арматуре.

Таблица А.77 — Классификация по типу. Трубопроводная арматура

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Трубопроводная арматура	VA	Шаровая	BA
		Шиберная	GA
		Проходная	GL
		Двустворчатая	BP
		Пробковая	PG
		Игольчатая	NE
		Обратная	CH
		Мембранная	DI
		Откидная	FL
		Со спаренными дроссельными заслонками	MO
		Распределительная	WA
		ПА — традиционная	SC
		ПА — традиционная с сильфоном	SB
		ПА — непрямого действия	SP
		ПА — снижения давления	SV
		Пробковая и клеточная	PC
		Внешняя втулка	ES
		Тарельчатая	DC
		Осевая	AF
		Пережимная	PI
		Прочее	OH

Примечания

1 Импульсная арматура, как правило, не имеет инвентарного номера и используется для саморегулирования. Электромагнитная арматура ПА, как правило, имеет инвентарный подномер номера, используемого для всей арматуры АО/ОТП. Быстроразгрузочную арматуру применяют, если требуется быстрый ответ (например, функция ВИСЗД). Предохранительной арматурой, как правило, является арматура сброса давления.

2 Специализированной арматуре, не представленной в данной таблице, следует присваивать код ОН «Прочее» с комментарием в виде описания конкретного типа.

Пример — Дренчерная арматура откидного типа или с эластомерным прижимом.

Таблица А.78 — Уровни оборудования. Трубопроводная арматура

Вид оборудования	Трубопроводная арматура			
Подвид	Трубопроводная арматура	Исполнительный механизм[a]	Управление и мониторинг[a]	Прочее
Единицы ТО	Корпус арматуры. Крышка. Фланцевые соединения. Седельные кольца. Набивка/уплотнение стержня. Уплотнения.	Мембрана. Пружина. Корпус. Поршень. Стержень. Уплотнения/прокладки. Электродвигатель[b]. Распределительное устройство.	Проводка. Индикатор. Общие КИП. КИП положения арматуры. Система мониторинга. Электромагнитная арматура. Импульсная арматура[c]. Быстроразгрузочная арматура. Внутренний источник питания.	Аккумулятор. Прочее

Окончание таблицы А.78

Вид оборудования	Трубопроводная арматура			
Подвид	Трубопроводная арматура	Исполнительный механизм[a]	Управление и мониторинг[a]	Прочее
	Запорный элемент. Стержень	Ограничитель хода	Концевой выключатель	

[a] Примеимо не ко всем категориям арматуры.
[b] Только исполнительный механизм электродвигателя.
[c] Применимо для арматуры с гидравлическим/пневматическим приводом.

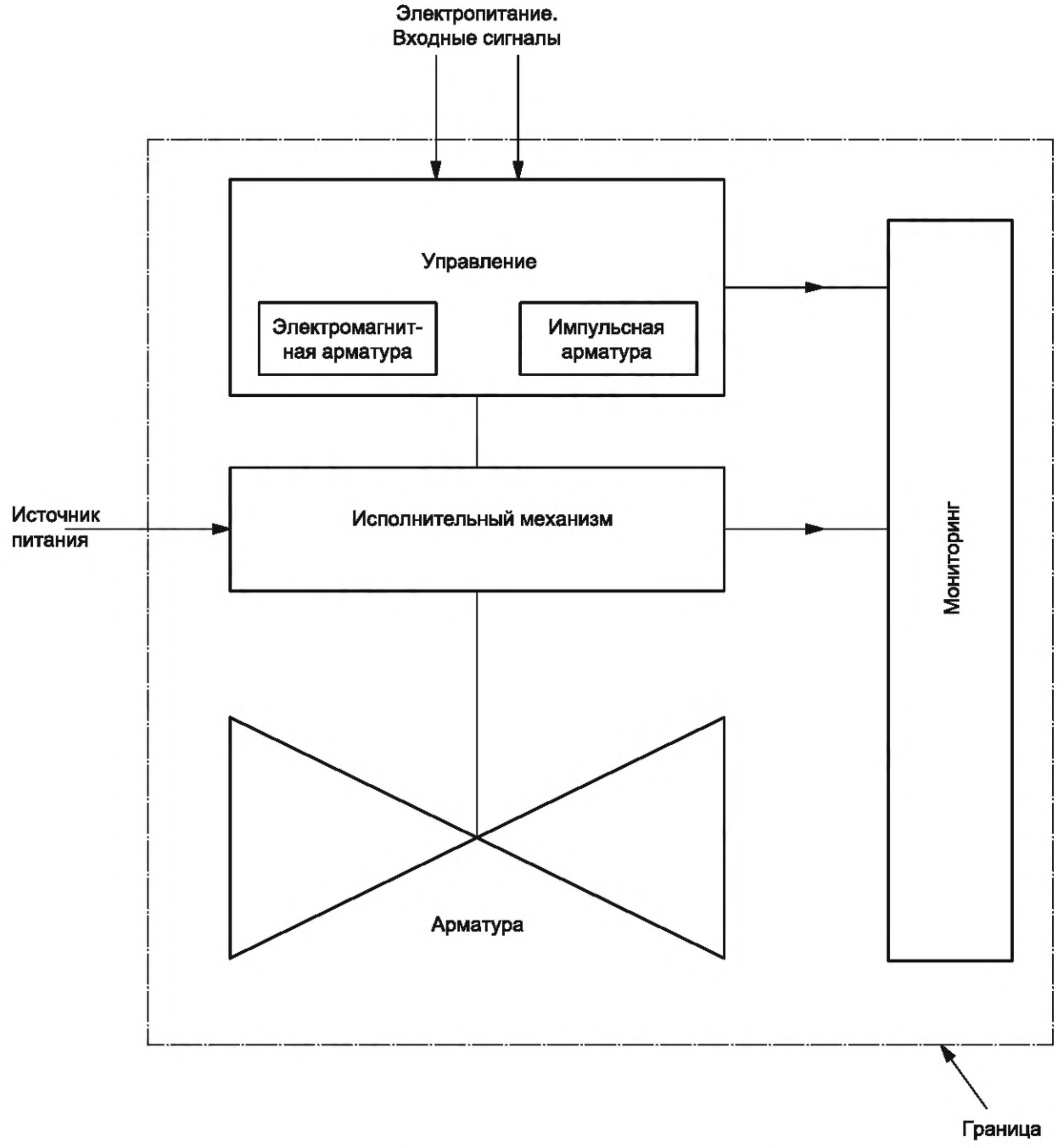


Рисунок А.27 — Определение границ. Трубопроводная арматура

Таблица А.79 — Данные по оборудованию. Трубопроводная арматура

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Основная функция	Основная функциональная категория	Регулирование расхода, включение/отключение, обратный, сброс давления, КИП или гидравлическое управление	Высокий
Область применения	Следует указать функцию в технологическом процессе	Затрубный (фонтанная арматура), сброс, байпас, нагнетание, перепускной, дренчерный, АО, АО/ОТП, ОТП, ВИСЗД, буферная задвижка, задвижка на отводящей линии, снижение, регулирующий, штуцерный	
Место установки	Оборудование, на котором установлена арматура	Устьевое оборудование, фонтанная арматура, подающая линия устьевого оборудования, нагнетательная линия устьевого оборудования, насос, турбина, генератор, сепаратор, теплообменник, резервуар, приемная сторона, электродвигатель, дизельный двигатель, турбодетандер, буровое оборудование, трубопроводы, оборудование подготовки и очистки бурового раствора, вспомогательные ресурсы, жилой отсек, воздухозаборное отверстие, райзер	
Размер	Внутренний диаметр	мм	Средний
Перемещаемая текучая среда	Только основная жидкость	Нефть, газ, конденсат, пресная вода, пар, морская вода, неочищенная нефть, нефтесодержащая вода, факельный газ, топливный газ, водно-гликолевая смесь, метанол, азот, химические вещества, углеводородные соединения, сжиженный нефтяной газ, газоконденсат, нефтяные воды, газонефтеводопроявление, ШФЛУ, СУГ, СПГ, буровой раствор и т. д.	Высокий
Температура жидкости	Рабочая температура основной жидкости	°С	Средний
Коррозионная/эрозионная активность жидкости	Следует указать категорию, как показано в сноске «а»	Слабо, умеренно, сильно	
Давление трубопровода	Нормальное рабочее давление (на впуске)	Па (бар)	
Запорное давление	Максимальное дифференциальное давление, при котором арматура закрыта (расчетное). Для ПА: уставка давления открытия	Па (бар)	Низкий
Материал арматуры	Тип	Углеродистая сталь, нержавеющая сталь, двухфазный сплав, легированного типа, комбинированный, титановый сплав	Высокий
Уплотнение стержня	Тип	Сальниковое, дуплексное, манжетное, уплотнительное кольцо	
Конструкция седла	Тип конструкции седла	С мягким седлом, с металлическим седлом	Средний
Принцип срабатывания[b]	Рабочий принцип исполнительного механизма	Простого действия, двойного действия, срабатывание под воздействием давления на линию/технологического давления, срабатывание под воздействием гравитации	

Продолжение таблицы А.79

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Срабатывание (открытие)	Тип усилия срабатывания	Электрическое, гидравлическое, пневматическое, механическое (пружина), ручное, комбинированное, отсутствует	Высокий
Срабатывание (закрытие)	Тип усилия срабатывания	Электрическое, гидравлическое, пневматическое, механическое (пружина), ручное, комбинированное, отсутствует	Средний
Производитель (исполнительный механизм)	Наименование производителя исполнительного механизма	Следует указать	Низкий
Производитель (импульсная арматура)	Наименование производителя импульсной арматуры	Следует указать	
Производитель (электромагнитная арматура)	Наименование производителя электромагнитной арматуры	Следует указать	
Конструкция импульсной арматуры	Количество и конструкция (применимо только для импульсной арматуры)	Следует указать, например 1 × 3/2 (одна 3/2-позиционная импульсная арматура), 2 × 4/3 (две 4/3-позиционных импульсных арматуры)	
Принцип обеспечения надежности импульсной арматуры при отказе некоторых элементов	Принцип обеспечения надежности системы при отказе некоторых элементов	Под напряжением, обесточенный	
Конструкция электромагнитной арматуры	Количество и конструкция (применимо только для электромагнитной арматуры)	Следует указать, например 1 × 3/2 (один 3/2-позиционная электромагнитная арматура), 2 × 4/3 (сдвоенный 4/3-позиционная электромагнитная арматура)	
Принцип обеспечения надежности электромагнитной арматуры при отказе некоторых элементов	Принцип обеспечения надежности системы при отказе некоторых элементов	Под напряжением, обесточенный	
Положение арматуры для обеспечения надежности при отказе некоторых элементов	Положение для обеспечения надежности при отказе некоторых элементов	При отказе арматура: переходит в открытое положение; в закрытое положение; не меняет положение	Высокий
Тип механизма арматуры	Тип (применимо только для регулирующей арматуры)	Шумоподавляющая, противокавитационная, многоступенчатая, одноступенчатая	
Класс герметичности арматуры	Указывается в соответствии с применимым эталонным стандартом (например, для арматуры, отвечающей требованиям *ГОСТ 33257*, также см. *[129]*)	См. *ГОСТ 33257—2015 (таблица А.4)*	

[a] Вещества со слабым корродирующим действием (вещества, свободные от примесей, например воздух, вода, азот).

Вещества с умеренным корродирующим/эродирующим действием (сжиженный нефтяной газ не считают веществом с сильным действием, морская вода, в ряде случаев частицы).

Вещества с сильным корродирующим/эродирующим действием (углеводороды с высоким содержанием H_2S, CO_2 или песка).

Окончание таблицы А.79

[b] Принцип первичного срабатывания:

- простого действия — срабатывание под воздействием газа (воздуха) или гидравлической жидкости для открытия либо закрытия арматуры;
- двойного действия — срабатывание под воздействием газа (воздуха) или гидравлической жидкости для открытия и закрытия арматуры;
- срабатывание под воздействием давления на линию/технологического давления или под воздействием гравитации — только возможное резервное срабатывание.

А.2.5.5 Сопла

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию сопел приведены в таблицах А.80, А.81, А.82 соответственно. Определение границ сопел приведено на рисунке А.28.

Таблица А.80 — Классификация по типу. Сопла

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Сопла	NO	Дренчерное	DN
		Оросительное	SR
		Для разбрызгивания водяного тумана	WM
		Газовое	GA

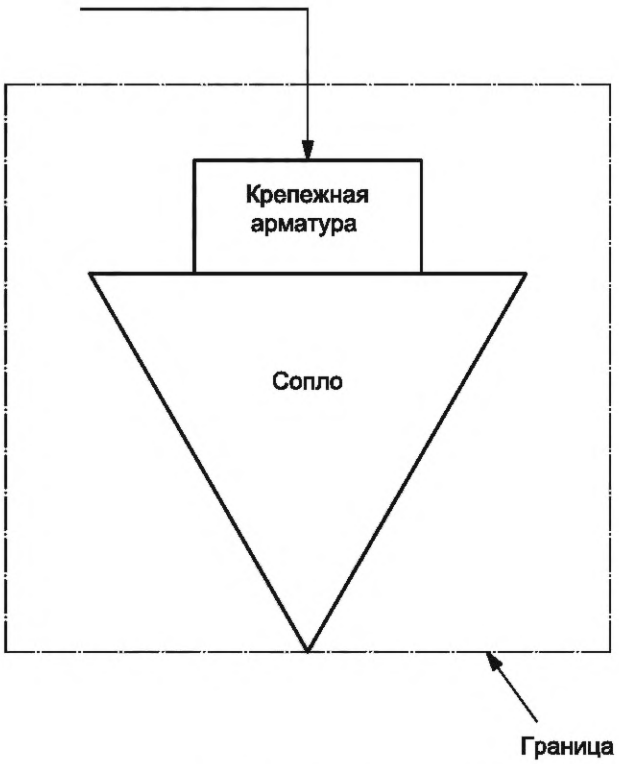


Рисунок А.28 — Определение границ. Сопла

Таблица А.81 — Уровни оборудования. Сопла

Вид оборудования	Сопла		
Подвид	Сопло	Сборочный узел	Прочее
Единицы ТО	Плавкий датчик. Корпус сопла с внутренними объектами. Сопловая головка. Защитное покрытие. Решетка. Припой	Крепежный соединитель. Уплотнения	Прочее

Таблица А.82 — Данные по оборудованию. Сопла

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Область применения	Где применяется в технологическом процессе	Дренчерная, спринклерная система	Высокий
Защита от поражения	Вид защиты	Электрическая, взрывозащита, тяжелое нефтяное топливо, гликоль, углеводородный газ, газообразный водород, смазочные вещества, метанол, горючие вещества, радиоактивные вещества, токсичный газ, токсичная жидкость	
Расположение на сооружении	Месторасположение на сооружении	Воздухозаборное отверстие, компрессор, дизельный двигатель, буровая установка, электродвигатель, впускное отверстие для пресной воды, узел коммерческого учета газа, генератор, приемная сторона, теплообменник, жилой отсек, установки для подготовки и очистки бурового раствора, пункт внутренней очистки трубопроводов скребками, трубопроводы, насос, сепаратор, турбина, вспомогательные ресурсы, резервуар, устьевое оборудование, выкидная линия устьевого оборудования, нагнетательная линия устьевого оборудования, фонтанная арматура	
Материал сопла	Следует указать	Латунный, хромированный, безэлектродный никелированный, из нержавеющей стали	
Длина сопла	Следует указать	мм	
Ширина сопла	Следует указать	мм	
Категория монтажа	Способ монтажа	Скрытый, горизонтальный, подвесной, утопленный, неперевернутый, вертикальный	Низкий
Перемещаемая текучая среда (сопла)	Только основная жидкость	Питьевая вода, морская вода, инерген, CO_2	Средний
Коррозионная/эрозионная активность жидкости	Следует указать категорию, как показано в сноске «а»	Слабо, умеренно, сильно	
Конечная температура	В условиях эксплуатации	°С	Низкий
Давление трубопровода	Следует указать	Па(бар)	Средний
Объемная производительность	Следует указать	$м^3$/мин	

Окончание таблицы А.82

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Запорное давление	Максимальное дифференциальное давление, при котором арматура закрыта (расчетное). Для ПА: уставка давления открытия	Па(бар)	Низкий
Температура жидкости	Следует указать	°С	
Присоединительный размер	Следует указать	мм	Высокий
Тип наконечника сопла	Следует указать	Болтовое фланцевое соединение, фланцевый зажим, винтовое, сварное соединение	Средний
Угол распыла	Следует указать	Град	
Тип распыла	Следует указать	Капли, туман	
Срабатывание	Следует указать	Плавкий датчик, припой, внешние объекты	
Сопловая решетка	Наличие либо отсутствие	Да/нет	Низкий
[a] Вещества со слабым корродирующим действием (вещества, свободные от примесей, например воздух, вода, азот). Вещества с умеренным корродирующим/эродирующим действием (сжиженный нефтяной газ не считают веществом с сильным действием, морская вода, в ряде случаев частицы). Вещества с сильным корродирующим/эродирующим действием [(углеводороды с высоким содержанием H_2S, CO_2 или песка)].			

А.2.5.6 Спасательные шлюпки

Под спасательными шлюпками понимаются шлюпки, установленные на морских нефтегазопромысловых сооружениях и буровых установках. Следует отметить, что спасательные шлюпки, используемые в арктической зоне, не рассмотрены в настоящем стандарте.

Водолазное снаряжение для самоходного компрессионного спасательного судна не рассмотрено в настоящем стандарте (см. *[122]*).

Следует отметить, что существует два вида свободно падающих спасательных шлюпок: сбрасываемые и скользящие.

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию спасательных шлюпок приведены в таблицах А.83, А.84, А.85 соответственно. Определение границ спасательных шлюпок приведено на рисунке А.29.

Таблица А.83 — Классификация по типу. Спасательные шлюпки

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Спасательные шлюпки	LB	Свободного сброса	FF
		Спускаемого типа	DL

Таблица А.84 — Уровни оборудования. Спасательные шлюпки

Вид оборудования	Спасательные шлюпки				
Подвид	Основная конструкция	Движительная установка	Управление и мониторинг	Система сброса/спуска[a]	Прочее
Единицы ТО	Корпус. Внутренняя оболочка.	Двигатель. Коробка передач/трансмиссия.	Регулятор подачи воздуха.	Конструкция шлюпбалки.	Системы связи. Электросистема, в том числе освещение и навигация.

Окончание таблицы А.84

Вид оборудования	Спасательные шлюпки				
Подвид	Основная конструкция	Движительная установка	Управление и мониторинг	Система сброса/спуска[a]	Прочее
	Судовая надстройка. Сиденье/ремень безопасности. Замковое крепление для подъема/сброса гака. Резервуары[b]. Двери/защелки	Вал гребного винта. Гребной винт. Поворотная направляющая насадка. Система управления курсом. Водометный движитель[c]	Панель управления[d]. Спусковой гак спасательной шлюпки. Панель сброса спасательной шлюпки. Гидростатическая система блокировки[e]. Концевые выключатели[f]	Лебедка/редуктор/электродвигатель шлюпбалки. Тросы шлюпбалки. Гидросиловая установка для лебедки шлюпбалки. Панель управления шлюпбалки Гидросистема[g] Смычки. Подвесные тросы. Конструкция шлюпбалок[h]	Дренчерный насос/трубопроводы/сопла. Воздушный баллон. Зарядное устройство аккумуляторных батарей (АКБ). Осушительный насос. Аварийно-спасательное оборудование[i]

[a] Данные единицы ТО расположены на основном сооружении (например, на платформе и FPSO). Следует отметить, что некоторые из таких единиц ТО применимы не ко всем типам спасательных шлюпок (см. таблицу А.83). В данной системе предусмотрен также подъем спущенной спасательной шлюпки на борт.

[b] К резервуарам также относят топливный и водный баки и прочие переборки, изготовленные из различных материалов (например, из стеклопластика).

[c] Водометный движитель редко применяется на спасательных шлюпках и чаще встречается на дежурных спасательных шлюпках (ДСШ).

[d] Это панель управления, расположенная на борту спасательной шлюпки.

[e] Применимо только для спасательных шлюпок спускаемого типа.

[f] Концевой выключатель фактически расположен внутри системы сброса/спуска на основном сооружении.

[g] Гидросистема включает в себя цилиндры.

[h] Добавлено, чтобы включить спасательные шлюпки свободного сброса, использующие шлюпблоки, которые препятствуют непосредственному сбросу.

[i] Аварийно-спасательное оборудование включает в себя аптечку, воду и еду.

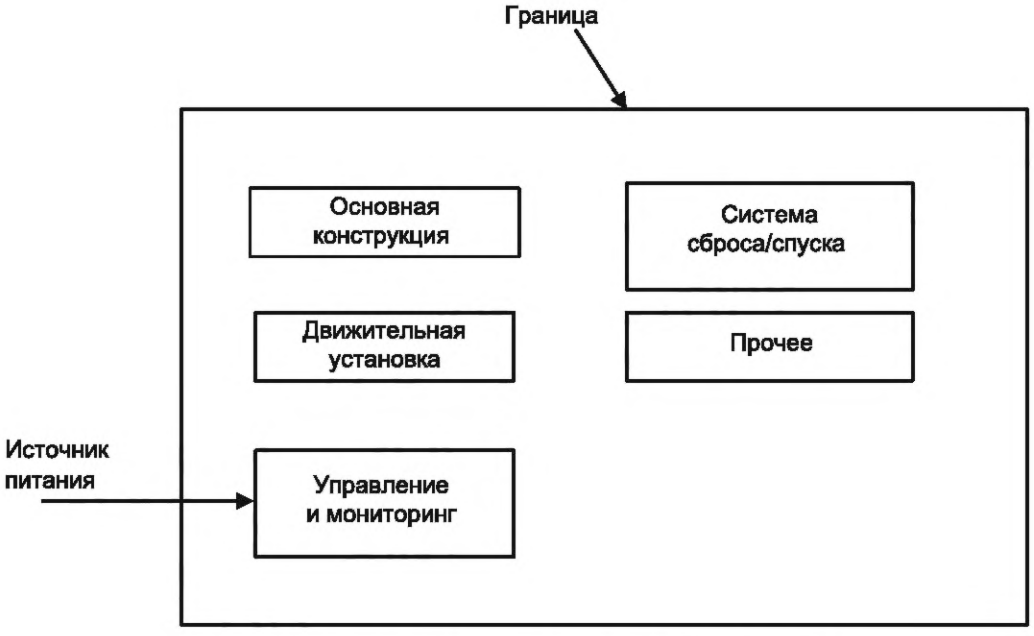


Рисунок А.29 — Определение границ. Спасательные шлюпки

Таблица А.85 — Данные по оборудованию. Спасательные шлюпки

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Автоматический сброс	Автоматический сброс спускового гака спасательной шлюпки	Нет/да	Средний
Объем дыхательного воздуха	Объем дыхательного воздуха	мин	Средний
Система подачи дыхательного воздуха	Система подачи дыхательного воздуха	Нет/да	Высокий
Вместимость персонала	Вместимость персонала (количество)	Каждый	Высокий
Спринклерная система	Спринклерная система	Нет/да	Высокий
Скорость шлюпки, номинальная	Номинальная скорость шлюпки	Узлы	Средний
Высота установки спасательной шлюпки свободного сброса	Высота над уровнем моря	м	Высокий

А.2.6 Подводное оборудование

А.2.6.1 Управление подводной добычей

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию управления подводной добычи приведены в таблицах А.86, А.87, А.88 соответственно. Определение границ управления подводной добычи приведено на рисунке А.30.

Таблица А.86 — Классификация по типу. Управление подводной добычей

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Управление подводной добычей	CS	Прямое гидравлическое	DH
		Прямое электрогидравлическое	EH
		Мультиплексное электрогидравлическое	MX
		Дискретное дистанционное гидравлическое управление	PH
		Последовательное дистанционное гидравлическое	SH
		Телеметрическое гидравлическое	TH

Таблица А.87 — Уровни оборудования. Управление подводной добычей

Вид оборудования		Управление подводной добычей							
Подвид	Закачка химреагентов (надводная часть)	Динамический шлангокабель	Статический шлангокабель	Электрическая силовая установка (надводная часть)	Гидравлическая силовая установка (надводная часть)	Главный пост управления (надводная часть)	Подводный модуль управления[a]	Подводный запорно-распределительный модуль[a, b]	Датчики[c]
Единицы ТО	Без детализации	Ограничитель изгиба. Плавучее устройство. Гидравлическая/химическая линия. Уплотнение J/I-образной трубы. Низковольтная питающая/сигнальная линия. Волоконно-оптическая линия. Кабельная оболочка/броня. Стабилизатор. Баланс компенсации натяжения и перемещения. Надводное оконечное устройство шлангокабеля	Ограничитель изгиба. Гидравлическая/химическая линия. Низковольтная питающая/сигнальная линия. Волоконно-оптическая линия[d]. Кабельная оболочка/броня. ПОУШ[e]. Надводное оконечное устройство шлангокабеля	Без детализации	Без детализации	Без детализации	АКБ подводного оборудования. Основание модуля. Соединение для закачки химреагентов. Волоконно-оптический соединитель[f]. Фильтр. Гидравлическое соединение. Низковольтный питающий/сигнальный соединитель[g]. Подводный электронный модуль управления[h]. Регулирующий клапан направленного действия. СИПС[i]	АКБ подводного оборудования. Подводная панель байпаса. Соединение для закачки химреагентов. Волоконно-оптический соединитель[f]. Волоконно-оптическая перемычка[d]. Шланг. Гидравлическая/химическая линия. Гидравлическое соединение. Трубопроводы. Низковольтный питающий/сигнальный соединитель[g]. Перемычка низковольтной питающей/сигнальной линии. Система подводных кабелей. СИПС[i]	Расход. Утечка. Уровень. Положение. Объединенный датчик давления и температуры. Давление. Температура. Песок. Вибрация

[a] Пенетратор, соответствующий определению «постоянное соединение через переборку», в некоторых случаях сбора или оценки данных необходимо идентифицировать как отдельную единицу ТО.

[b] ПОУШ может быть другого типа, например блок оконечного устройства шлангокабеля или головка оконечного устройства шлангокабеля в зависимости от характера соединения.

[c] Датчики внутри подвида ПМУ не следует путать с датчиками, относящимися к другому подводному оборудованию.

Окончание таблицы А.87

[d] Для сбора данных необходима точность, чтобы обеспечить наличие достаточного количества информации, которая позволит различать отказы, воздействующие на одно волокно, и отказы, воздействующие на несколько волоконных/волоконно-оптических жгутов.

[e] Соединение между динамическими и статическими частями называется ПОУШ и также может представлять собой переходную муфту.

[f] Волоконно-оптические соединители могут включать пенетраторы в ПМУ или ПМР, которые будут относиться к типу «волоконно-оптические пенетраторы».

[g] Низковольтные питающие/сигнальные соединители внутри подкласса ПМУ или ПМР могут включать в себя пенетраторы, которые будут относиться к следующему типу: низковольтный питающий/сигнальный пенетратор. Таким образом, низковольтные питающие/сигнальные соединители относят к категории низкого напряжения (до 1 кВ). Эти соединители могут состыковаться в сухих и влажных условиях.

[h] ПЭМУ в рамках ПМУ может включать пенетраторы, которые будут относиться к типу электрических (КИП/сигнал) или оптических пенетраторов. Источник электропитания является частью ПЭМУ. Следует также отметить, что помимо пенетраторов ПЭМУ содержит другие электронные и механические элементы.

[i] Карта(ы) стандарта интеллектуального подключения к скважине (СИПС) может(гут) располагаться внутри ПМУ в виде отдельной емкости, как часть ПЭМУ или как отдельный внешний модуль в ПМУ.

Таблица А.88 — Данные по оборудованию. Управление подводной добычей

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Идентификационный номер скважины	Описание оператора	Номер или наименование	Высокий
Область применения	Где используется	ВИСЗД, манифольд, ПЗА, насос, устьевое оборудование, фонтанная арматура, универсальное использование	Средний
Тип управляющей жидкости	—	На углеводородной, водной основе	
Тип системы управления	—	Замкнутая, разомкнутая	Средний
Резервирование	—	Да/нет	
Производитель	Следует указать	Текстовое описание	Высокий
Тип модели	Следует указать	Текстовое описание	Низкий
Многоствольные скважины	—	Да/нет	

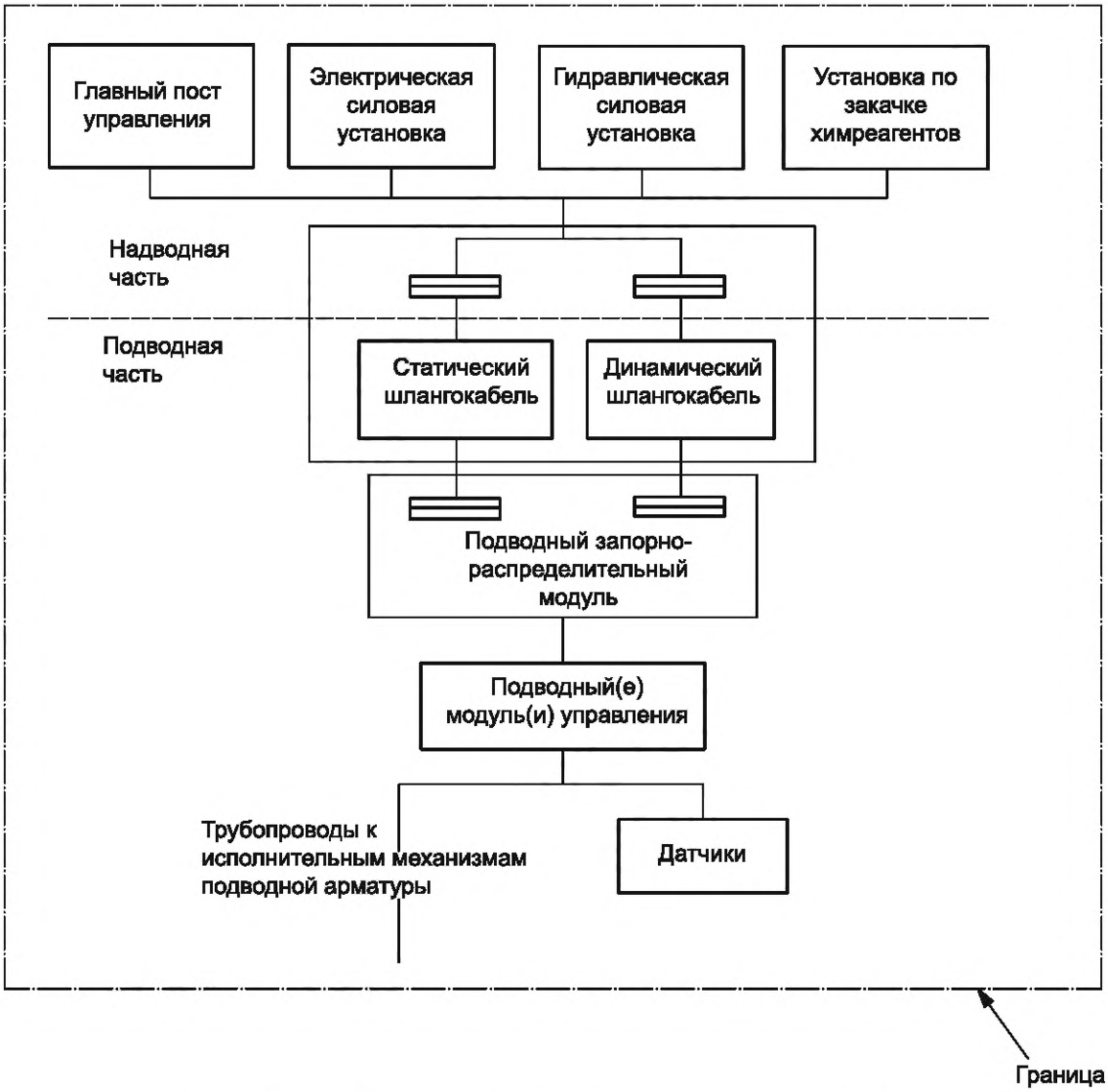


Рисунок А.30 — Определение границ. Управление подводной добычей

А.2.6.2 Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию подводного устьевого оборудования и фонтанной арматуры приведены в таблицах А.89, А.90, А.91 соответственно. Определение границ подводного устьевого оборудования и фонтанной арматуры приведено на рисунке А.31.

Примечание — Применимо только для подводной фонтанной арматуры (используемой во влажной среде). Описание надводной фонтанной арматуры (используемой на скважинах с надводным расположением устья) приведено в А.2.7.7.

Таблица А.89 — Классификация по типу. Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура	XT	Вертикальное	VX
		Горизонтальное	HX

Таблица А.90 — Уровни оборудования. Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

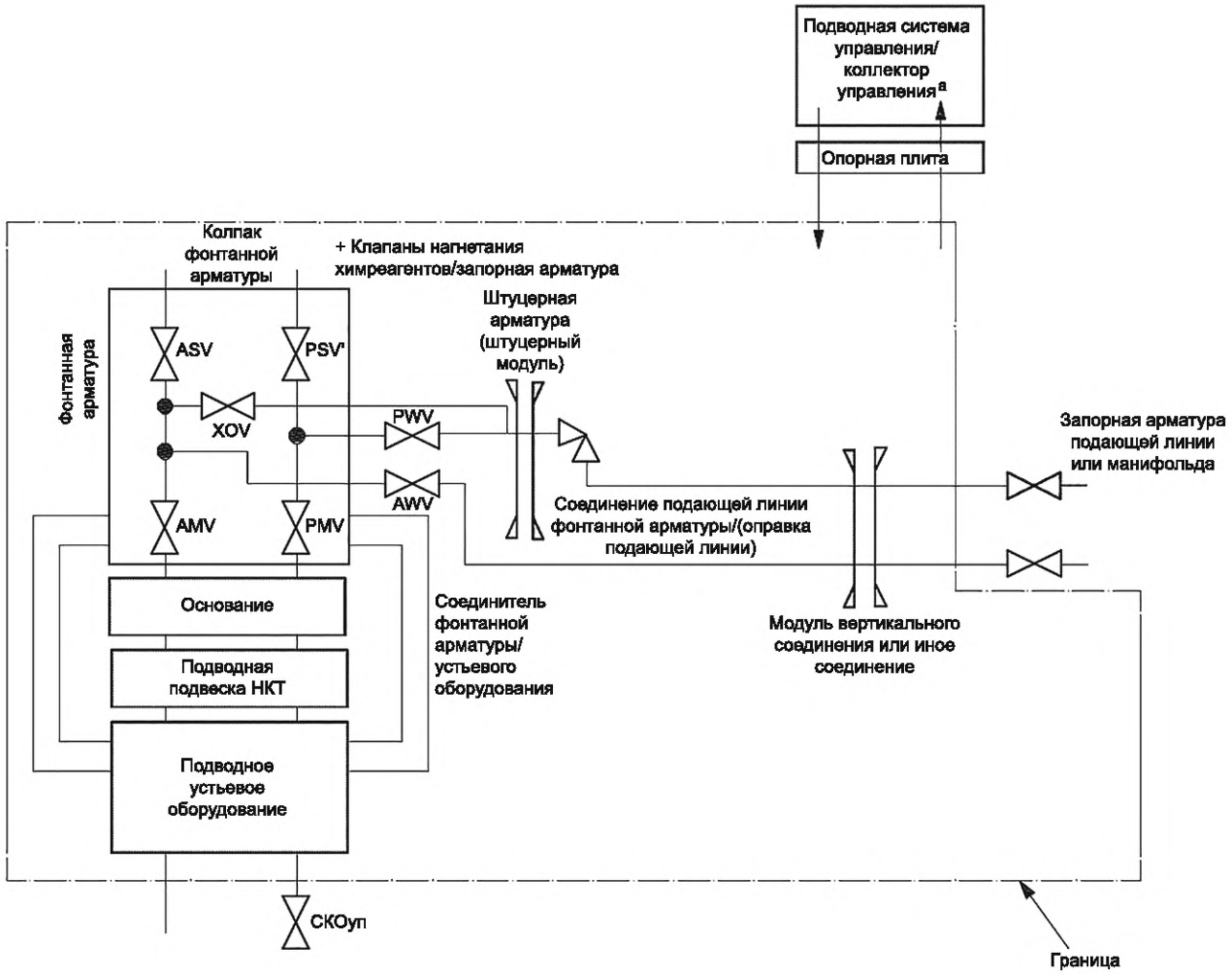
Вид оборудования	Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура					
Подвид	Подводное устьевое оборудование	Подводная фонтанная арматура	Подвеска НКТ	Основание	Модуль регулирования расхода[a]	Модуль вертикального соединения (VCM)
Единицы ТО	Стационарная донная направляющая платформа (PGB). Временная донная направляющая платформа (TGB). Головка колонны направления. Устьевая головка (высокого давления). Подвески обсадной колонны. Затрубные уплотнительные устройства (герметизирующие устройства)	Соединение для закачки химреагентов. Трубная вставка. Трубопроводы (жесткие). Колпак высокого давления. Шланги (гибкие трубопроводы). Защитная крышка. Направляющая рама фонтанной арматуры. Соединитель. Внутренний изоляционный колпак. Внутренний клапан колпака фонтанной арматуры. Внутренняя заглушка колпака фонтанной арматуры. Колпак фонтанной арматуры[b]. Обратная арматура. Штуцерная арматура. Регулирующая арматура. Прочая арматура. Запорная арматура для технологического процесса. Запорная арматура для вспомогательных ресурсов. Запорная арматура для ремонта	Соединение для закачки химреагентов. Гидравлическое соединение. Низковольтный питающий/сигнальный соединитель[d]. Корпус подвески НКТ. Изоляционная заглушка подвески НКТ	Рама. Раструб/оправка[c]. Обратная арматура. Запорная арматура для технологического процесса. Запорная арматура для вспомогательных ресурсов	Соединение для закачки химреагентов. Соединитель. Петлеобразные выкиды. Рама. Шланги. Гидравлический соединитель. Трубопроводы. Обратная арматура. Штуцерная арматура. Регулирующая арматура	VCM-соединитель. Арматура и исполнительный механизм. Коррекция системы регулирования. Вертлюг. Направляющая воронки. Панель ТНПА. Приоритетная система аварийного управления панели ТНПА

[a] Также может обозначаться как штуцерный модуль.

[b] Колпак фонтанной арматуры, доступный для индивидуальной замены, также может быть подвидом фонтанной арматуры.

[c] Также может обозначаться как оправка промыслового трубопровода и считаться подвидом фонтанной арматуры.

[d] Следует соблюдать осторожность в отношении датчиков и интерфейса, расположенных между подвеской НКТ и внутрискважинной системой управления.



[a] Датчики на подводной фонтанной арматуре, указанные в подвиде датчиков в таблице А.87.

ASV/PSV — затрубная/эксплуатационная буферная арматура; AMV/PMV — затрубная/эксплуатационная запорная арматура; AWV/PWV — затрубная/эксплуатационная арматура на отводящей линии; XOV — перепускной клапан

Рисунок А.31 — Определение границ. Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

Таблица А.91 — Данные по оборудованию. Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Идентификационный номер скважины	Описание оператора	Номер или наименования	Высокий
Направляющие для установки/извлечения	Установка с применением/без применения направляющих, с привлечением/без привлечения водолазов	С применением/без применения направляющих	
Тип скважины	Добывающая, нагнетательная	Добывающая, нагнетательная	
Вид защиты	Обеспечивающая переход трала, препятствующая движению трала	Препятствующая движению трала, отклоняющая трал, отсутствует	Высокий
Глубина воды	—	м	
Расчетное давление	Номинальное давление устьевого оборудования и фонтанной арматуры	Па (бар)	

Продолжение таблицы А.91

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Скважина с механизированной эксплуатацией	Тип механизированной эксплуатации в скважине	Газлифтная, ЭСН, установка винтовых насосов (УВН), отсутствует	Высокий
Количество соединений	Количество линий, соединенных с блоком фонтанной арматуры	Число	Низкий
Принцип управления	Определяет принцип управления функциями и исполнительными механизмами фонтанной арматуры	—	
Возможность прохождения скребка	Следует указать наличие либо отсутствие возможности прохождения скребка	Да/нет	
Размер фонтанной арматуры	Габариты и вес	м, кг	
Система придонной подвески	Следует указать наличие/отсутствие системы придонной подвески	Да/нет	
Многоствольная скважина	Следует указать	Да/нет	
Объемная производительность скважины	Характерная объемная производительность скважины (добыча или нагнетание)	Следует указать	Средний
Добываемая/нагнетаемая жидкость	Только основная жидкость: нефть, газ, конденсат, нагнетаемая вода	Нефть, газ, конденсат, нагнетаемая вода, нефтегаз, газоконденсат, газонефтеводопроявление, CO_2, газ и вода, промысловая вода	Высокий
Коррозионная активность жидкости	Следует указать категорию, как показано в сноске «а»	Нейтральная, низкосернистая, высокосернистая	
Эрозионная активность жидкости	Эрозионная активность жидкости скважины	Слабая, вещества, свободные от примесей, умеренная, сильная, неизвестно	Средний
Область применения арматуры	Функция фонтанной арматуры	Затрубная запорная арматура (AMV), затрубная буферная арматура (ASV), затрубная арматура на отводящей линии (AWV), арматура на нагнетательной отводящей линии (IWV), запорная арматура на линии подачи химреагентов (IMV), буферная арматура для подачи химреагентов (ISV), эксплуатационная запорная арматура (PMV), эксплуатационная буферная арматура, эксплуатационная арматура на отводящей линии (PWV), перепускной клапан (XOV)	Высокий
Класс конструкции арматуры	Тип конструкции фонтанной арматуры	Шаровая, двустворчатая, мембранная, задвижка с двойным расширяющимся шибером, откидная, шиберная, игольчатая, поршневая, арматура плунжерного типа, поворотная	
Срабатывание арматуры	Следует указать	Гидравлическое, электрическое, ручное	Средний

Окончание таблицы А.91

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Содержание смол	Следует указать	Да/нет	Низкий
Нагарообразование	Следует указать	Да/нет	
Отложение парафинов	Следует указать	Да/нет	
Гидратообразование	Следует указать	Да/нет	
Пескопроявление	Следует указать	Да/нет	

[a] Нейтральные (вещества, свободные от примесей и не оказывающие корродирующего действия).

Низкосернистые [вещества с умеренным корродирующим/эродирующим действием (сжиженный нефтяной газ не считают веществом с сильным действием, сырая морская вода, в ряде случаев частицы)].

Высокосернистые [вещества с сильным корродирующим/эродирующим действием (углеводороды с высоким содержанием H_2S, CO_2 или песка)].

А.2.6.3 Райзеры

Следует отметить, что класс оборудования «Райзеры с надводным расположением устья» (например, райзер для заканчивания скважин с надводным расположением устья для платформ TLP и SPAR) приведен в качестве отдельного класса оборудования в таблице А.4, но не рассмотрен в рамках класса оборудования «Райзеры» в настоящем пункте.

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию райзеров приведены в таблицах А.92, А.93, А.94 соответственно. Определение границ райзеров приведено на рисунке А.32.

Таблица А.92 — Классификация по типу. Райзеры

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Райзеры	PR	Жесткой конструкции	RI
		Гибкой конструкции	FL

Таблица А.93 — Уровни оборудования. Райзеры

Вид оборудования	Райзеры				
Подвид	Райзер	Основание райзера	Система обогрева	Защита	Вспомогательные механизмы
Единицы ТО	Соединитель. Изоляция. Трубопровод	Газовый подъемник. Строение. Запорная арматура для технологического процесса. Запорная арматура для вспомогательных ресурсов	Надводная часть. Подводная часть	Анодная. Покрытие (внешнее)	Ограничитель изгиба. Плавучее устройство. Уплотнение J/I-образной трубы. Стабилизирующий и направляющий элементы. Оборудование для компенсации натяжения и перемещения

Таблица А.94 — Данные по оборудованию. Райзеры

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Идентификационный номер скважины	Описание оператора	Номер или наименование	Высокий
Область применения	Тип платформы	Стационарная, плавучая, полупогружная	Средний
Длина райзера	—	м	Высокий

Окончание таблицы А.94

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Рабочее давление	—	Па (бар)	Средний
Покрытие	Внешнее и внутреннее	Следует указать	Низкий
Антикоррозионное вещество	—	Да/нет	
Температура	Расчетное значение	°С	
Производитель	Следует указать	—	Высокий
Газовый подъемник	Наличие либо отсутствие	Да/нет	Низкий
Диаметр трубопровода	—	мм	Средний
Материал трубы	Следует указать	Сталь, комбинированный, титановый сплав, облицовочный/футеровочный	
Защита (антикоррозийная)	Следует указать	Активная, пассивная	
Защита (механическая)	Следует указать	I-, J-образная труба, технологическое отверстие райзера	
Конструкция райзера	Следует указать	Свободно провисающая, волнообразная, S-образная	
Толщина стенки	Следует указать	мм	Низкий
Проводимая жидкость	Только основная жидкость: нефть, газ, конденсат, нагнетаемая вода	Нефть, газ, конденсат, нагнетаемая вода, нефтегаз, газоконденсат, газонефтеводопроявление, CO_2, газ и вода, промысловая вода	Высокий
Коррозионная активность жидкости	Следует указать категорию, как показано в сноске «а»	Нейтральная, низкосернистая, высокосернистая	
Содержание смол	Следует указать	Да/нет	Низкий
Нагарообразование	Следует указать	Да/нет	
Отложение парафинов	Следует указать	Да/нет	
Гидратообразование	Следует указать	Да/нет	
Пескопроявление	Следует указать	Да/нет	
Область применения арматуры	Функция арматуры основания райзера	Запорная арматура трубопровода, ПЗА[b], ВИСЗД	Высокий
Класс конструкции арматуры	Тип конструкции арматуры основания райзера	Шаровая с боковым доступом, шаровая с верхним доступом, задвижка с двойным расширяющимся шибером (DEG), шиберная задвижка, клиновая задвижка, обратная	

[a] Нейтральные (вещества, свободные от примесей и не оказывающие корродирующего действия).

Низкосернистые [вещества с умеренным корродирующим/эродирующим действием (сжиженный нефтяной газ не считается веществом с сильным действием, сырая морская вода, в ряде случаев частицы)].

Высокосернистые [вещества с сильным корродирующим/эродирующим действием (углеводороды с высоким содержанием H_2S, CO_2 или песка)].

[b] Следует отметить, что в соответствии с 3.6.4 *[1]* ПЗА может быть как приводной (например, подводная арматура дистанционного управления), так и неприводная арматура (например, подводная обратная арматура). Система управления для подводной арматуры основания райзера будет рассмотрена в рамках класса оборудования «Управление подводной добычей», например динамический шлангокабель и подводный модуль управления, а также оборудование для управления надводной частью (см. А.2.6.1).

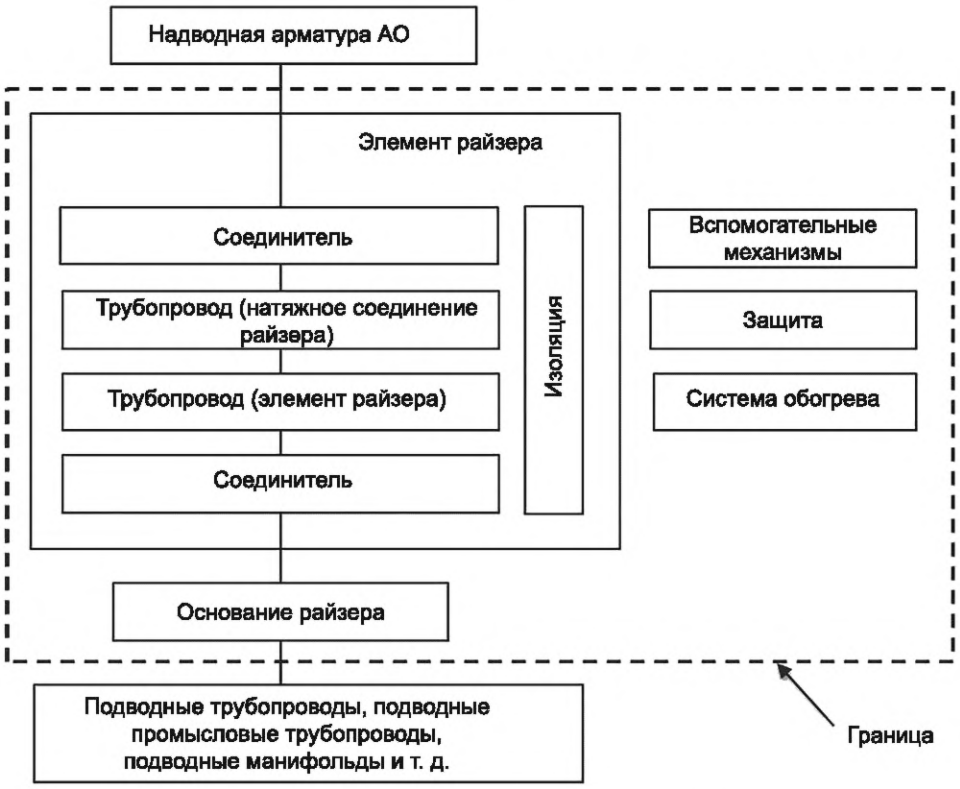


Рисунок А.32 — Определение границ. Райзеры

А.2.6.4 Подводные насосы

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию подводных насосов приведены в таблицах А.95, А.96, А.97 соответственно. Определение границ подводных насосов приведено на рисунке А.33.

Таблица А.95 — Классификация по типу. Подводные насосы

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Подводные насосы	SP	Центробежные	CE
		Поршневые	RE
		Роторные	RO

Таблица А.96 — Уровни оборудования. Подводные насосы

Вид оборудования	Подводные насосы[a]				
Подвид	Насос	Электродвигатель	Барьерная жидкость[b, c]	Управление и мониторинг	Прочее
Единицы ТО	Радиальный подшипник. Упорный подшипник. Кожух. Соединитель. Втулка цилиндра. Рабочее колесо. Трубопроводы. Поршень. Уплотнение. Вал. Защитная конструкция. Опорная конструкция. Механическая посадочная поверхность.	Радиальный подшипник. Упорный подшипник. Кожух. Соединитель. Блок управления. Рабочее колесо. Ротор. Уплотнение. Статор. Опора.	Аккумулятор. Гидравлическое соединение. Охлаждение. Фильтр. Смазочное масло. Трубопроводы. Насос смазочного масла, включая привод. Резервуар.	Кабель. Монтажная коробка. Датчик утечки. Датчик уровня. Источник питания. Датчик давления. Питающий/сигнальный соединитель. Датчик скорости. Датчик температуры.	Соединитель. Система охлаждения/нагрева. Трубопроводы. Демпфер пульсаций. Система продувки

Окончание таблицы А.96

Вид оборудования	Подводные насосы[a]				
Подвид	Насос	Электродвигатель	Барьерная жидкость[b, c]	Управление и мониторинг	Прочее
	Регулирующая арматура. Запорная арматура для технологического процесса. Иная арматура	Подводный электрический пенетратор	Обратная арматура	Датчик вибрации Иная арматура	

[a] Следует отметить, что подводный насос включает в себя привод (электродвигатель) в отличие от насосов, расположенных над водой или на берегу (см. А.2.2.6). Подводный насос не включает в себя силовую трансмиссию для электродвигателя (подвид), поскольку относится к классу оборудования «Подводное распределение электроэнергии». Необходимо также обратить внимание на то, что класс оборудования «Подводные насосы» не включает в себя скважинные насосы, расположенные на морском основании кессонного типа.

[b] Оборудование для барьерной жидкости выполняет четыре основные функции:
- гальваническая развязка (диэлектрические свойства);
- смазывание подшипников и уплотнений;
- отвод тепла;
- отвод частиц в имеющиеся системы фильтрации.

[c] Единицы ТО по большей части расположены над водой, но некоторые из них находятся под водой (например, гидравлические соединения в обоих концах шлангокабеля). Барьерная жидкость поступает из надводной (или береговой) части в подводный насос по специальным трубопроводам, расположенным внутри статического шлангокабеля (и, возможно, динамического шлангокабеля), и, может быть, по гидравлическим перемычкам. Данное оборудование относится к подвиду и единице ТО в рамках класса оборудования «Управление подводной добычей» (см. А.2.6.1). Шлангокабели можно определить в зависимости от месторождения, в котором находится подводный насос. Для обеспечения надежности сбора/оценки данных можно включить эти единицы в общую информацию о распределении барьерной жидкости и добавить их в качестве единиц ТО в подвид «Барьерная жидкость». См. также аналогичные замечания в отношении источника электропитания в сноске «b».

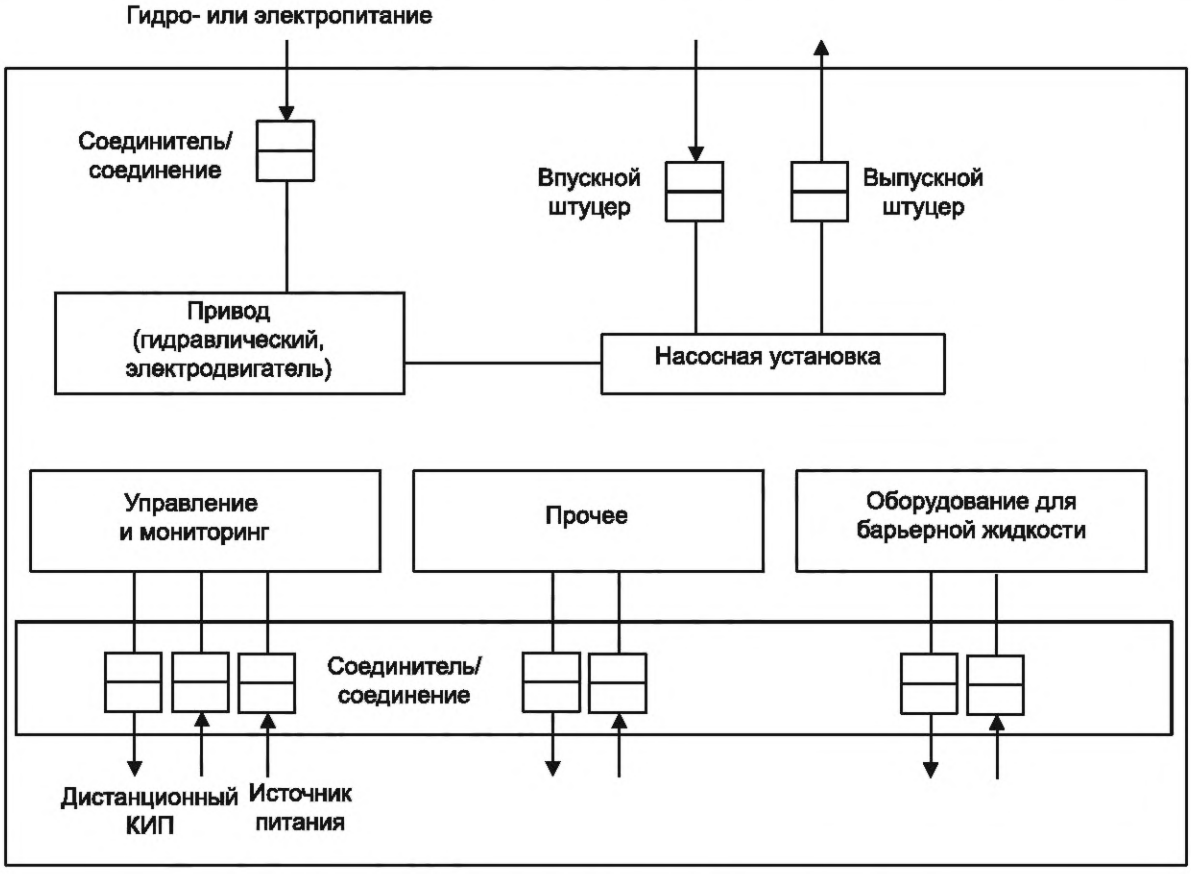


Рисунок А.33 — Определение границ. Подводные насосы

Таблица А.97 — Данные по оборудованию. Подводные насосы

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Идентификационный номер скважины	Описание оператора	Номер или наименование	Высокий
Конечное давление (расчетное)	—	Па (бар и т. д.)	
Давление всасывания (расчетное)	—	Па (бар и т. д.)	Средний
Привод насоса	Тип привода	Электродвигатель, турбина, гидродвигатель	Высокий
Мощность (расчетная)	Мощность привода	кВт	
Скорость	Расчетное значение	об/мин	Низкий
Количество ступеней	—	Число	
Соединение насоса	—	Неразъемное, эластичное, гидравлическое	
Производитель	Следует указать	Следует указать	Высокий
Тип модели	Следует указать	Следует указать	Низкий
Конструкция насоса	Конструктивная характеристика	Осевой, радиальный, комбинированный, диафрагменный, плунжерный, поршневой, винтовой, лопастной, шестеренный, кулачковый	Высокий
Область применения (насос)	Где применяется	Нагнетание, закачивание, активное охлаждение	Средний
Перемещаемая текучая среда	Только основная жидкость: нефть, газ, конденсат, нагнетаемая вода	Нефть, газ, конденсат, нагнетаемая вода, нефтегаз, газоконденсат, газонефтеводопроявление, CO_2, газ и вода, промысловая вода, хладагенты	Высокий
Коррозионная активность жидкости	Следует указать категорию, как показано в сноске «а»	Нейтральная, низкосернистая, высокосернистая	
Тип радиального подшипника	Следует указать	Магнитный, роликовый, скольжения	Низкий
Тип упорного подшипника	Следует указать	Магнитный, роликовый, скольжения	
Положение вала	Следует указать	Горизонтальное, вертикальное	
Тип уплотнения вала	Следует указать	Сухое, сальниковое, лабиринтное, механическое, масляное, набивное, комбинированное	
Тип трансмиссии	Следует указать	Прямая, зубчатая, встроенная	

[a] Нейтральные (вещества, свободные от примесей и не оказывающие корродирующего действия).

Низкосернистые [вещества с умеренным корродирующим/эродирующим действием (сжиженный нефтяной газ не считается веществом с сильным действием, сырая морская вода, в ряде случаев частицы)].

Высокосернистые [вещества с сильным корродирующим/эродирующим действием (серосодержащий сжиженный нефтяной газ, с высоким содержанием H_2S, CO_2 и песка)].

А.2.6.5 Подводное распределение электроэнергии

Система распределения электроэнергии, в частности, не включает в себя оборудование для подачи электропитания системе управления подводным оборудованием. Система распределения электроэнергии предна-

значена для подачи электропитания подводному технологическому оборудованию мегаваттного класса (например, многофазным насосам, насосам нагнетания воды и компрессорам). Оборудование для электроснабжения системы управления и КИП является составной частью класса оборудования «Управление подводной добычей» (см. А.2.6.1).

Если электропитание поступает непосредственно с берега, то применяется подвид «Силовые кабели для стационарной прокладки» в А.2.6.5, аналогичный подвиду «Силовые кабели для стационарной прокладки» в рамках класса оборудования «Подводные силовые кабели», используемого для подачи электропитания с берега на морское сооружение (с возможностью добавления силового кабеля для подвижного соединения в случае с морским плавучим сооружением). Оборудование для распределения электроэнергии на верхних строениях в указанном выше случае располагается на берегу. Класс оборудования «Подводные силовые кабели» на данный момент не включен в настоящее приложение.

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию устройств подводного распределения электроэнергии приведены в таблицах А.98, А.99, А.100 соответственно. Определение границ устройств подводного распределения электроэнергии приведено на рисунке А.34.

Таблица А.98 — Классификация по типу. Подводное распределение электроэнергии

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Подводное распределение электроэнергии	EP	Один потребитель без подводного понижающего трансформатора	SU
		Один потребитель с подводным понижающим трансформатором	SD
		Несколько потребителей	MC



Рисунок А.34 — Определение границ. Подводное распределение электроэнергии

Таблица А.99 — Уровни оборудования. Подводное распределение электроэнергии

Вид оборудования	Подводное распределение электроэнергии			
Подвид	Оборудование для распределения электроэнергии на верхних строениях	Силовой кабель для подвижного соединения[a]	Силовой кабель для стационарной прокладки[b]	Оборудование для подводного распределения электроэнергии[g]
Единицы ТО	(Отсутствуют)[c]	Оконечное кабельное устройство для верхних строений. Оборудование для компенсации натяжения и перемещения. Ограничитель изгиба. Плавучее устройство. Уплотнение J-/I-образной трубы. Стабилизатор[d]. Оконечное кабельное устройство для подводных строений. Срединная кабельная муфта. Кабельная оболочка/броня. Высоковольтная питающая линия. Волоконно-оптическая линия[e]	Высоковольтная питающая линия/ Оптоволоконная линия[e]. Заводская кабельная муфта. Кабельная муфта для морского участка трубопровода. Кабельная оболочка/броня. Оконечное кабельное устройство для подводных строений. Оконечное кабельное устройство для верхних строений[f]. Оконечное кабельное устройство для береговых строений. Ограничитель изгиба. Срединная кабельная муфта	Подводный питающий соединитель[h]. Подводное распределительное устройство[i]. Подводный силовой трансформатор[j]. Подводный пенетратор[k]. Подводный частотный преобразователь[l]. Подводная силовая перемычка[m]. Подводный ИБП[n]. Управление и мониторинг[o]

[a] Элементы, аналогичные тем, что входят в подвид «Динамический шлангокабель» для класса оборудования «Управление подводной добычей».

[b] Элементы, аналогичные тем, что входят в подвид «Статический шлангокабель» для класса оборудования «Управление подводной добычей».

[c] Оборудование для распределения электроэнергии на верхних строениях не делится на более подробные категории, поскольку оно рассматривается в других классах оборудования в настоящем стандарте. Следует отметить, что классы оборудования «Частотные преобразователи» (верхние строения — см. А.2.4.4) и «Силовые трансформаторы» (верхние строения — см. А.2.4.2) относятся к такому оборудованию. Конфигурация силового трансформатора зависит от того, используется ли подводный силовой трансформатор под водой. Класс оборудования «Распределительное устройство» (в которое входят защитные устройства верхних строений) также является частью такого оборудования. Кроме того, если к морскому сооружению проложен подводный силовой кабель большой протяженности или электропитание поступает непосредственно с берега, устанавливают оборудование для компенсации реактивной мощности.

[d] Анкерный зажим/крепление является частью стабилизатора.

[e] Для сбора данных необходима точность, чтобы обеспечить наличие достаточного количества информации, которая позволит различать отказы, воздействующие на одно волокно, и отказы, воздействующие на несколько волокон/волоконно-оптический жгут.

[f] Применимо, если подводный силовой кабель для стационарной прокладки подвешен на стационарном сооружении.

[g] В целом следует принимать во внимание, что некоторые единицы ТО (например, подводный пенетратор и компенсатор давления) в классе «Подводное распределение электроэнергии» могут появляться в виде частей (уровень 9) различных единиц ТО. Необходимо внимательно подходить к этому вопросу при сборе и оценке данных о надежности. Например, подводный соединитель не является единицей ТО, поскольку для этого потребовались и другие элементы, такие как трансформатор тока, трансформатор напряжения, которые входят в состав более крупных элементов, таких как подводный частотный преобразователь или распределительное устройство.

[h] Подводный питающий соединитель иногда называют высоковольтным соединителем. Он может состыковываться в сухих и влажных условиях. Следует отметить, что электрический (низковольтный питающий/сигнальный) и волоконно-оптический соединители, используемые для подводного распределения электроэнергии, попадают в число этих единиц ТО внутри подвида «Подводный запорно-распределительный модуль» в таксономии класса оборудования «Управление подводной добычей» в таблице А.87.

Окончание таблицы А.99

[i] Единица ТО «Распределительное устройство» также включает в себя части подводных защитных устройств.

[j] Следует различать подводный трансформатор как единицу ТО (уровень 8) и как «Силовой трансформатор» верхних сооружений [Класс оборудования (уровень 6) в соответствии с А.2.4.2].

[k] Подводные пенетраторы могут быть электрическими (низковольтными питающими/сигнальными), электрическими (высоковольтными) или волоконно-оптическими. Данную информацию необходимо отразить в данных по оборудованию на уровне единиц ТО.

[l] Следует отметить степень детализации. Подводный частотный преобразователь включает в себя подводные пенетраторы и может содержать соединители. Однако для обеспечения надежности сбора/оценки данных следует соблюдать точность при его использовании. Подводный частотный преобразователь может быть двух типов: с компенсацией давления и без компенсации давления.

[m] Подводная силовая перемычка внутри подвида «Оборудование для подводного распределения электроэнергии» может быть исключительно электрической (высоковольтной). Однако внутри общей подводной системы распределения электроэнергии также встречается перемычка низковольтной питающей/сигнальной линии [электрическая (низковольтная питающая/сигнальная)] и волоконно-оптическая перемычка. Две эти единицы ТО появляются в таксономии в классе «Управление подводной добычей» таблицы А.87 и, возможно, в других, например: гидравлические/химические линии также могут являться частью силового кабеля для подвижного соединения и силового кабеля для стационарной прокладки. Вместо того чтобы добавлять новые подвиды в таблицу А.99, можно использовать указанные элементы (имеющиеся в различных подвидах) в таблице А.87, которая в данном случае подходит для описания подводного электропитания и сбора данных о надежности. Следует также отметить, что низковольтные питающие/сигнальные линии в динамическом и статическом шлангокабелях не входят в состав класса оборудования «Подводное распределение электроэнергии», а включены в состав класса «Управление подводной добычей» (см. А.2.6.1). Если в состав подводного силового кабеля также входят (включены) гидравлические/химические линии и питающие/сигнальные линии, рекомендуется регистрировать данные на этом подводном силовом кабеле.

[n] Для обеспечения надежности сбора/оценки данных эту единицу ТО можно описать более подробно согласно А.2.4.1.

[o] В этот подвид входят элементы управления и мониторинга, относящиеся к оборудованию для подводного распределения электроэнергии, помимо элементов локального управления и мониторинга, например для подводных насосов (см. А.2.6.4).

Таблица А.100 — Данные по оборудованию. Подводное распределение электроэнергии

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Напряжение электропередачи[a]	0 — 9999	кВт	Высокий
Мощность электропередачи	0 — 99 999	кВт·А	
Переменный/постоянный ток	AC DC Переменный/постоянный ток	Коды	
Расстояние электропередачи	0 — 999	км	
Количество потребителей	0 — 99	Число	
Тип потребителей	Тип потребителей	Подводный насос, подводный компрессор, подводный нагреватель, подводный охладитель	

[a] Уровни напряжения приведены в соответствии с *ГОСТ 29322* (см. ниже):
- низкое напряжение < 1 кВ;
- среднее напряжение от 1 до 35 кВ;
- высокое напряжение от 35 до 230 кВ;
- сверхвысокое напряжение от 230 кВ.

В международной нефтегазовой отрасли могут применяться иные определения сверхвысокого (СВН), высокого (ВН), среднего (СН) и низкого напряжения (НН). Необходимо сравнить значения в МЭК и IEEE/АНИС, чтобы узнать, например, диапазон ВН, поскольку они могут различаться. В целях безопасности для всех уровней напряжения кроме НН, т. е. >1 кВ, следует применять национальные правила использования электроэнергии.

А.2.6.6 Подводные резервуары под давлением

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию подводных резервуаров под давлением приведены в таблицах А.101, А.102, А.103 соответственно. Определение границ подводных резервуаров под давлением приведено на рисунке А.35.

Таблица А.101 — Классификация по типу. Подводные резервуары под давлением

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Подводные резервуары под давлением	SV	Коагулятор	CA
		Циклонный	CY
		Гидроциклонный	HY
		Газоочиститель	SB
		Сепаратор	SE
		Ловушка для конденсата	SC
		Уравнительный	SD

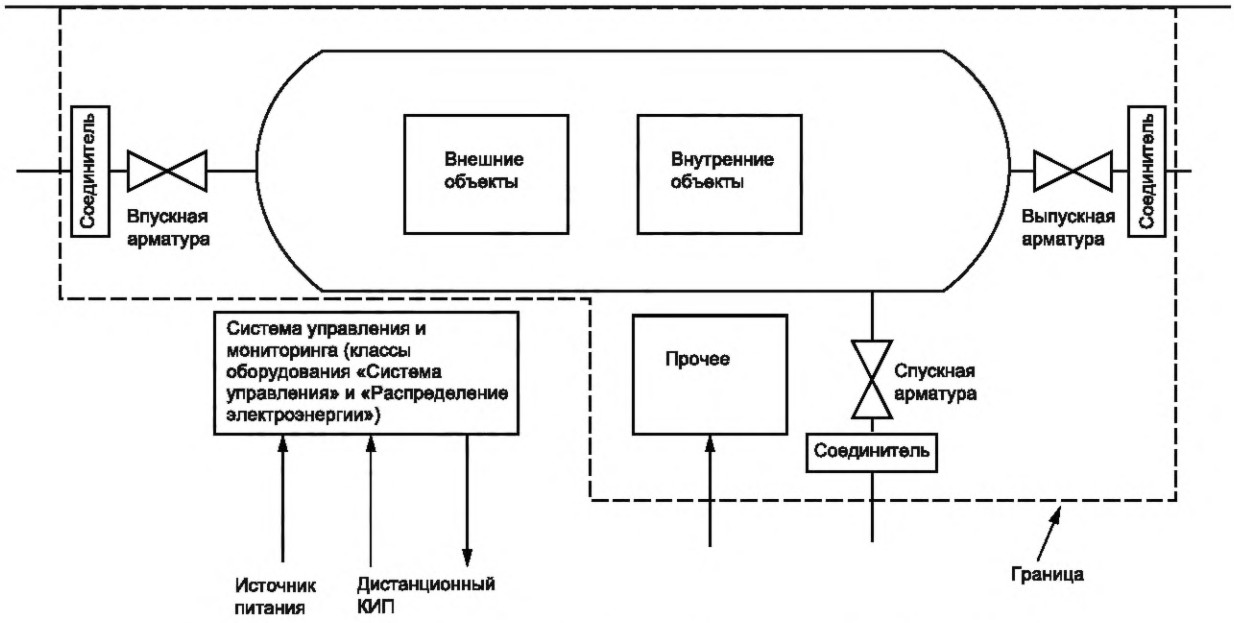


Рисунок А.35 — Определение границ. Подводные резервуары под давлением

Таблица А.102 — Уровни оборудования. Подводные резервуары под давлением

Вид оборудования	Подводные резервуары под давлением			
Подвид	Внешние объекты	Внутренние объекты	Управление и мониторинг[a]	Прочее
Единицы ТО	Защитная конструкция. Опорная конструкция. Изоляция. Соединитель. Корпус/кожух. Трубопроводы[b]. Обратная арматура. Запорная арматура для технологического процесса.	Пластины коагулятора. Перегородки. Тарелки. Лопатки. Подушки. Каплеотбойник. Отклонитель. Перфорированная пластина.	Датчики[c]. Регулирующая арматура	Прочее

Окончание таблицы А.102

Вид оборудования	Подводные резервуары под давлением			
Подвид	Внешние объекты	Внутренние объекты	Управление и мониторинг[a]	Прочее
	Запорная арматура для вспомогательных ресурсов. Прочая арматура	Теплообменный змеевик. Система пескоотделения. Распределитель		

[a] Управление и мониторинг для «Подводных резервуаров высокого давления» будет схожим, но частично отличающимся от указанного для класса надводных/береговых «Резервуаров высокого давления» (см. таблицу А.39): перемычка низковольтной питающей/сигнальной линии и низковольтный питающий/сигнальный соединитель выступают аналогами проводке и трубопроводам, но рассмотрены в подвиде «Подводный запорно-распределительный модуль» (см. таблицу А.87).

[b] Жесткие трубопроводы.

[c] Подводные датчики также рассматриваются в подвиде «Датчики» класса оборудования «Управление подводной добычей» (см. таблицу А.87). Под такими датчиками понимаются «Многофазные расходомеры», «Датчик содержания нефтепродуктов в воде», «Датчик содержания воды в нефти» и «Датчик уровня жидкости». См. также А.2.5.2, где описан конкретный класс оборудования, но для надводного/берегового применения. Эта информация может оказаться полезной для сбора/оценки данных о надежности.

Таблица А.103 — Данные по оборудованию. Подводные резервуары под давлением

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Область применения оборудования	Где используется	Подготовка нефти, подготовка конденсата, нагнетание (повторное) газа, подготовка газа, переработка газа, нагнетание (повторное) жидкости, сепарация газа и жидкостей, сепарация жидкости, газа и твердых частиц	Высокий
Возможность извлечения	Возможность извлечения подводного резервуара высокого давления	Да/нет	
Эрозионная активность жидкости	Следует указать категорию, как показано в примере	Без примесей, слабая, умеренная, сильная активность	
Коррозионная активность жидкости	Следует указать категорию, как показано в примере	Нейтральная, низкосернистая, высокосернистая жидкость	
Жидкость(и)	Основная жидкость	Газонефтеводопроявление, нефтяной газ, газоконденсат, нефтяные воды, нефтесодержащая вода, водно-гликолевая смесь, метанол, химические вещества	
Нагнетание жидкости/газа	—	Да/нет	Средний
Давление (рабочее)	Следует указать	Па (бар)	
Расчетное давление	Следует указать	Па (бар)	Высокий
Расчетная температура	Следует указать	°С	
Температура (рабочая)	Следует указать	°С	Средний
Время удержания	Следует указать	мин	
Расчетная производительность	Следует указать	$м^3$/сут	
Диаметр	Внешний	м	

Окончание таблицы А.103

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Длина	Внешняя	м	Средний
Расположение	Следует указать	Горизонтальное, вертикальное, шарообразное	
Материал корпуса	Следует указать тип или код	Текстовое описание	Низкий
Пескопроявление	Следует указать	Да/нет	
Эмульсии	Следует указать	Да/нет	
Гидратообразование	Следует указать	Да/нет	
Отложение парафинов	Следует указать	Да/нет	
Нагарообразование	Следует указать	Да/нет	
Содержание смол	Следует указать	Да/нет	
Примечание — Данные по оборудованию класса «Подводные резервуары под давлением» схожи, но частично отличаются от указанных для класса надводных/береговых «Резервуаров высокого давления» (см. таблицу А.40) ввиду расположения этих резервуаров ВД на морском дне.			

А.2.6.7 Подводные трубопроводы

Подводная трубопроводная транспортная система включает в себя:

- экспортные трубопроводные системы между подводными сооружениями для скважин («отгрузочный манифольд») и береговым терминалом;
- экспортные трубопроводные системы между одним морским технологическим оборудованием и другим морским технологическим оборудованием/экспортными сооружениями (подводными внутрипромысловыми трубопроводами);
- экспортные трубопроводные системы между морскими сооружениями и береговым терминалом;
- транзитные экспортные трубопроводные системы между различными береговыми терминалами;
- экспортные линии для морских отгрузочных систем.

Береговая часть подводного трубопровода описана в данном классе оборудования «Подводные трубопроводы», и арматура располагается под водой и/или на суше.

Промысловые трубопроводы (например, транспортирующие флюид скважины, газ или воду для закачки) между подводными скважинами и морским технологическим оборудованием или на отгрузочном манифольде входят в состав класса оборудования «Подводные трубопроводы».

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию подводных трубопроводов приведены в таблицах А.104, А.105, А.106 соответственно. Определение границ подводных резервуаров под давлением приведено на рисунке А.36.

Таблица А.104 — Классификация по типу. Подводные трубопроводы

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Подводные трубопроводы	SL	Гибкой конструкции	FL
		Жесткой конструкции	RI

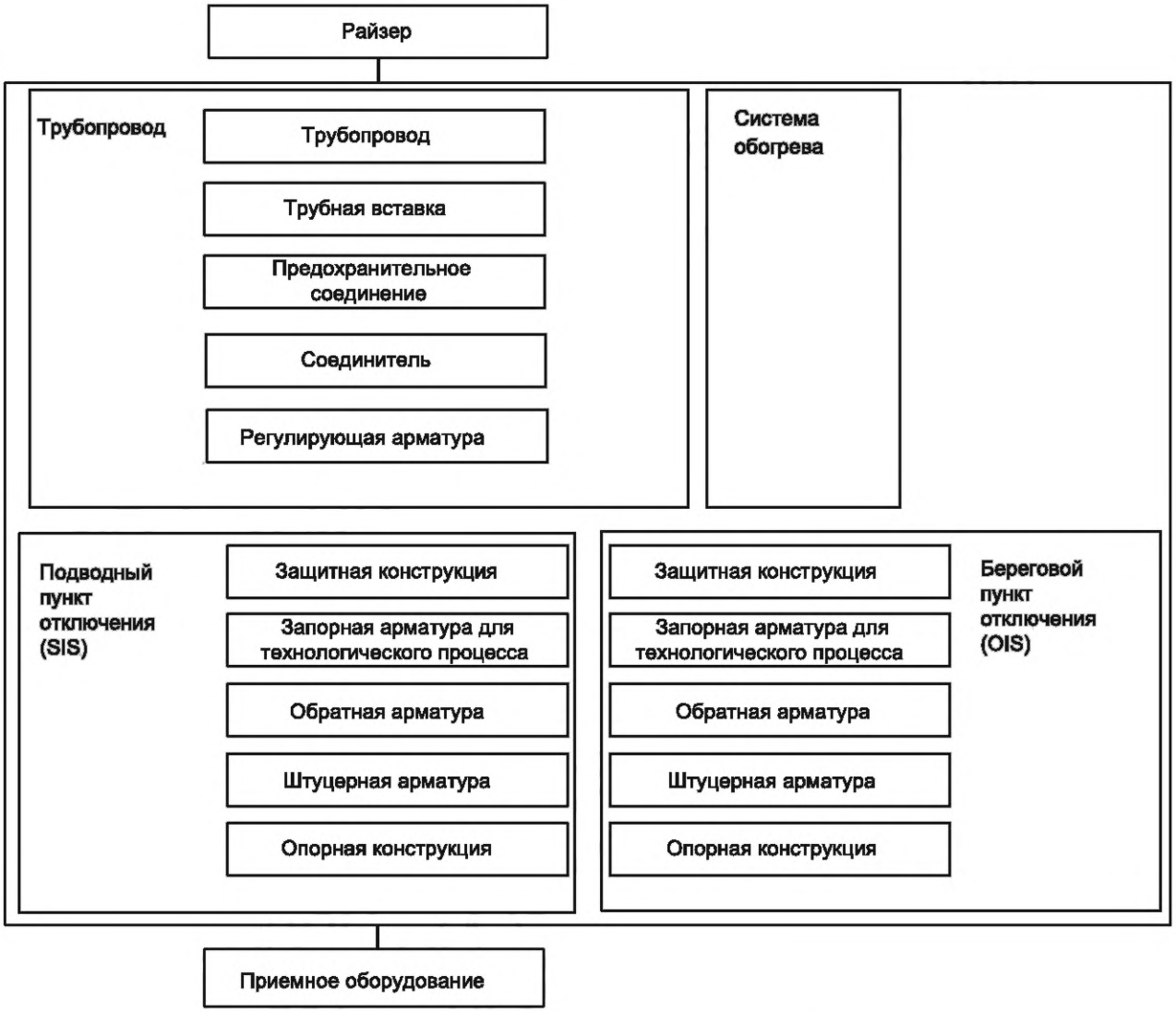


Рисунок А.36 — Определение границ. Подводные трубопроводы

Таблица А.105 — Уровни оборудования. Подводные трубопроводы

Вид оборудования	Подводные трубопроводы			
Подвид	Трубопровод	Система обогрева[a]	Подводный пункт отключения (SIS)[b]	Береговой пункт отключения (OIS)[b]
Единицы ТО	Внешнее покрытие. Соединитель. Морской подводный трубопровод. Предохранительное соединение. Гибкая трубная вставка. Жесткая трубная вставка. Запорная арматура для технологического процесса[c]	Подводная часть. Надводная часть	Защитная конструкция. Опорная конструкция. Запорная арматура для технологического процесса[d]. Запорная арматура для вспомогательных ресурсов. Обратная арматура. Регулирующая арматура. Пункт внутренней очистки трубопроводов скребками[e]	Защитная конструкция. Опорная конструкция. Запорная арматура[f] для технологического процесса. Запорная арматура для вспомогательных ресурсов. Обратная арматура. Регулирующая арматура. Пункт внутренней очистки трубопроводов скребками[e]

Окончание таблицы А.105

[a] Система обогрева, как правило, не применяется в транспортных системах большой протяженности (магистральных трубопроводах). Как правило, системы обогрева используют в промысловых трубопроводах, транспортирующих флюид скважины.

[b] Береговая система отключения (OIS) представляет собой расположенный на береговом объекте узел запорной арматуры, где подводные трубопроводы сходятся в береговой терминал. Данная система содержит береговую запорную арматуру для технологического процесса, являющуюся важным барьером.

[c] Подводный пункт отключения применяется при наличии подводной запорной арматуры вдоль трассы подводного трубопровода. SIS представляет собой подводный манифольд (например, PLEM — модуль конечного обустройства трубопровода) с арматурой различного типа в зависимости от инфраструктуры трубопроводной сети. Как правило, класс конструкции такой арматуры отличается.

[d] Для ПЗА в «Области применения элемента арматуры» необходимо указать ПЗА. ПЗА рассмотрена в *[138]* (см. также 3.6.4 *[1]*). Иногда его называют «ПВЗА». Это отдельный тип запорной арматуры для технологического процесса. При наличии в подводном трубопроводе Т-образного соединения оно, как правило, содержит арматуру. Класс конструкции арматуры может отличаться.

[e] Как правило, трубопроводы подвергают внутренней очистки скребками, а соответствующие установки пуска и приемки скребка (включают в себя различные элементы) располагают в одном из концов трубопровода, например под водой, над водой или на берегу. Пункт внутренней очистки трубопроводов скребками также может входить в состав подвида «Основание райзера» в классе оборудования «Райзеры».

[f] В классе оборудования «Подводные трубопроводы» арматура выполняет основную барьерную функцию и является единицей ТО в рамках его подвида. Однако можно также использовать класс оборудования «Арматура» (см. А.2.5.4), если требуется собрать более подробные данные об арматуре.

Таблица А.106 — Данные по оборудованию. Подводные трубопроводы

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Область применения	Следует указать	От подводной до береговой. Подводная внутрипромысловая. От морских сооружений до береговых. Транзитные экспортные трубопроводные системы. От экспортных до отгрузочных	Высокий
Тип	Следует указать	Добывающая, нагнетательная	—
Максимальная глубина воды	Следует указать	м	Средний
Длина трубопровода	—	м	Высокий
Диаметр трубопровода	Номинальный наружный диаметр (НД)	мм	Средний
Проводимая жидкость	—	Нефть, газ, конденсат, нефтегаз, газоконденсат, газонефтеводопроявление, CO_2	Высокий
Заглубление трубопровода	Следует указать, заглублен ли весь трубопровод или его часть	Да/нет	Высокий
Количество Т-образных соединений	Следует указать	Число	Средний
Система обогрева	—	Да/нет	Высокий
Коррозионная активность жидкости	Следует указать	Без примесей. Слабая. Умеренная. Сильная	
Эрозионная активность жидкости	Следует указать	Без примесей. Слабая. Умеренная. Сильная	Средний

Окончание таблицы А.106

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Расчетное давление	Расчетное давление	Па (бар)	Высокий
Рабочее давление	Рабочее давление	Па (бар)	Средний
Расчетная температура	Расчетная температура	°С	
Область применения арматуры	Функция арматуры в трубопроводе	Отсечение трубопровода. ПЗА[a]	Высокий
Класс конструкции арматуры	Тип конструкции арматуры трубопровода	Шаровой с боковым доступом, шаровой с верхним доступом, задвижка с двойным расширяющимся шибером (DEG), шиберная задвижка, клиновая задвижка, обратный	
Срабатывание арматуры	Следует указать	Гидравлическое, электрическое, ручное	
Местоположение арматуры	Следует указать местоположение арматуры трубопровода	Под водой, над водой, на береговом объекте/на берегу	
Положение арматуры для обеспечения надежности при отказе некоторых элементов	Положение для обеспечения надежности при отказе некоторых элементов	При отказе арматура: переходит в открытое положение, в закрытое положение, не меняет положения	

[a] Следует отметить, что в соответствии с 3.6.4 *[1]* ПЗА может быть приводной (например, подводная арматура дистанционного управления) и неприводной (например, подводная обратная арматура). Система управления для подводной трубопроводной арматуры будет рассмотрена в рамках класса оборудования «Управление подводной добычей», например статический шлангокабель и подводный модуль управления, а также оборудование для управления надводной частью (см. А.2.6.1).

А.2.6.8 Замечания в отношении подводной арматуры

В настоящем стандарте различают арматуру для подводного оборудования и надводную арматуру, например используемую на надводном устьевом оборудовании и фонтанную арматуру. Сбор данных о НиТО для подводной арматуры должен отражать характеристики арматуры исходя из так называемого «класса конструкции арматуры» (т. е. тип арматуры соответствует типу оборудования, приведенному в таблице А.77) и его области применения (т. е. функции арматуры). Примеры областей применения подводной арматуры:

- отсечение промыслового трубопровода: подводная арматура, изолирующая промысловый трубопровод, например арматура на модуле конечного обустройства трубопровода (PLEM) или Т-образном соединении;
- отсечение манифольда: подводная арматура, расположенная на добывающем/нагнетательном манифольде и выполняющая барьерную функцию, например арматура на ответвлении или на приемной стороне;
- отсечение трубопровода: арматура, изолирующая трубопроводную транспортную систему, которая может быть расположена под водой или на берегу;
- ВИСЗД (см. определение в 3.6.3 *[1]*);
- ПЗА (см. определение в 3.6.4 *[1]*).

А.2.7 Заканчивание скважин

В рамках таксономических примеров, приведенных в данном классе оборудования, клапаны, применяемые на оборудовании для заканчивания скважин, считаются специализированными. Арматура, применяемая на надводном устьевом оборудовании, и фонтанная арматура считаются надводными (см. А.2.5.4).

А.2.7.1 Категории объектов

В данном контексте под оборудованием для заканчивания скважин понимается оборудование ниже уровня устья, в том числе все основные объекты оборудования для заканчивания: от подвески НКТ в верхней части до оборудования в самом низу скважины.

В оборудовании для заканчивания скважин выделены следующие подвиды:

а) обсадная колонна

Подвид «Обсадная колонна» служит для хранения информации об отдельных единицах ТО обсадной колонны и соответствующих отказах этой колонны. Единицы ТО обсадной колонны представляют собой ее полноразмерные отдельные секции и не включают в себя отдельные объекты, ввинченные в обсадную колонну. Уплотнительные элементы, предназначенные для обеспечения герметичной защиты от утечек углеводородных соединений в местах стыка разных секций обсадной колонны (уплотнительные элементы обсадной колонны), в это число не

входят. Кроме того, в подвид обсадной колонны входят единицы ТО, установленные в стволе скважины для его защиты от возможных утечек жидкости и газа, притекающих к скважине. Эти единицы ТО покрывают ствол скважины полностью. Цемент с внешней стороны обсадной колонны и/или иной материал, нанесенный на обсадную колонну извне с целью обеспечения герметичной защиты от утечек жидкости и газа, притекающих к скважине или пластовой продукции, также относится к числу единиц ТО обсадной колонны;

b) эксплуатационная колонна

К единицам ТО эксплуатационной колонны относят объекты, являющиеся неотъемлемыми частями трубопровода («колонны»), используемого для добычи или нагнетания жидкости и газа, притекающих к скважине. Колонна образуется путем свинчивания различных подвидов оборудования;

c) вставное оборудование

Подвид «Вставное оборудование» состоит из единиц ТО, которые можно прикрепить (установить) внутри колонны для заканчивания. Типичным примером является сочетание замка и извлекаемого на канате забойного клапана-отсекателя, устанавливаемых внутрь ниппеля для клапана-отсекателя;

d) питание/управление/мониторинг нижнего заканчивания

Подвид «Питание/управление/мониторинг нижнего заканчивания» состоит из единиц ТО, применяемых для подачи электропитания и обеспечения управления и мониторинга для единиц ТО, выделенных в рамках других подвидов оборудования для заканчивания скважины.

А.2.7.2 Технические характеристики оборудования

Уровни и данные по оборудованию для нижнего заканчивания скважины приведены в таблицах А.107, А.108 соответственно.

Таблица А.107 — Уровни оборудования. Нижнее заканчивание скважины

Вид оборудования	Нижнее заканчивание скважины			
Подвид	Обсадная колонна	Эксплуатационная колонна	Вставное оборудование	Питание/управление/мониторинг нижнего заканчивания
Единицы ТО	Обсадная колонна. Цементное покрытие. Подвеска обсадной колонны. Колонна-хвостовик. Подвеска колонны-хвостовика. Подвеска/пакер колонны-хвостовика. Стационарная мостовая пробка	Подвеска НКТ. НКТ. Расходная муфта. Извлекаемый на НКТ клапан-отсекатель (ИТ)-СКОуп[a]. Затрубный клапан-отсекатель. Скользящая муфта. Устройство регулирования притока. Электрический скважинный насос[b]. Гидравлический скважинный насос. Оправка ингибиторного клапана. Клапан-регулятор притока. Уплотнительное устройство. Стационарный измерительный прибор. Эксплуатационный пакер. Подвеска/пакер нижнего заканчивания. Автономное устройство регулирования притока (AICD). Ниппель для извлекаемого на канате СКОуп. Гидроразрывная муфта. Гидроразрывная пробка	Газлифтный клапан (ГЛК)[c]. Неработающий ГЛК. ИК-СКОуп[a]. Извлекаемая на канате мостовая пробка. Клапан нагнетания химреагентов	Электрический соединитель, скважинный измерительный прибор. Электрический соединитель, подвеска НКТ. Модуль управления нижнего заканчивания. Линия гидравлической системы управления. Пенетратор устьевого оборудования. Подвесной пенетратор. Пакерный пенетратор. Силовой кабель. Сигнальный кабель/кабель КИП

[a] Данное оборудование также выделяется в отдельный класс оборудования «ЗКО» (см. А.2.7.5).
[b] Данное оборудование также выделяется в отдельный класс оборудования «ЭСН» (см. А.2.7.6).
[c] Следует обратить внимание на приложение S *[164]*.

Таблица А.108 — Данные по оборудованию. Нижнее заканчивание скважины

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Производитель[a]	Следует указать	Текст	Высокий
Наименование модели[a]	Следует дать уникальное обозначение модели объекта	Следует указать	
Заводской номер[a]	Следует указать идентификатор, который будет уникальным для оборудования с идентичными проектными характеристиками	Буквенно-числовое значение	
Серийный номер[a]	Следует указать серийный номер, который будет служить уникальным идентификатором оборудования (для каждого оборудования)	Текст	Высокий/средний
Номинальный размер	Следует указать номинальный размер (классификация по размеру) оборудования	мм или футы	Средний
Длина	Следует указать длину трубного оборудования	м или футы	Высокий
Глубина спуска	Глубину спуска следует указать как измеренную глубину (MD) и фактическую глубину по вертикали (TVD) относительно стола ротора (RKB) для всего оборудования с функцией барьерного элемента скважины	м или футы	
Вид металла	Следует указать вид металла, используемого для открытых для потока частей оборудования	Следует указать	Средний
Тип эластомера	Следует указать тип эластомера соответствующего оборудования с пакерным/уплотнительным элементом	Следует указать	
Рабочее давление	Максимальная расчетная рабочая температура	Па (бар)	Высокий
Рабочая температура	Максимальная расчетная рабочая температура	°C	
[a] Заводской номер и серийный номер более подробно отражают уникальный идентификационный номер оборудования, упомянутый в таблице 5. Производитель и наименование модели также включены в таблицу 5.			

Примерный формат сбора данных с соответствующими определениями полей данных и вариантами регистраций см. в А.2.7.5.

А.2.7.3 Заканчивание скважин для добычи сланцевого газа и сланцевой нефти

В таблице А.107 представлено основное оборудование для заканчивания. Данное оборудование также применимо для заканчивания скважин для добычи сланцевого газа/нефти.

А.2.7.4 Заканчивание скважин парогравитационного дренажа (ПГД)

В таблице А.107 представлено основное оборудование для заканчивания. Данное оборудование также применимо для заканчивания скважин ПГД. Правила оценки колонной обвязки для высокотемпературных областей применения с пластическим деформированием (таких, как ПГД) приведены в протоколе тепловой оценки колонной обвязки скважины (TWCCEP) в *[165]*.

А.2.7.5 Забойные клапаны-отсекатели (ЗКО)

Существует два основных типа таких клапанов:

a) извлекаемые на НКТ, являющиеся неотъемлемой частью НКТ/колонны заканчивания;

b) извлекаемые на канате, закрепляемые на буровом канате для использования внутри НКТ/колонны заканчивания, устанавливаемые на специальный посадочный ниппель/профиль.

Примерный формат сбора данных с соответствующими определениями полей данных и вариантами регистраций представлен в А.2.7.5.

Уровни оборудования приведены в таблицах А.109, А.110 соответственно.

Таблица А.109 — Извлекаемый на НКТ скважинный клапан-отсекатель, управляемый с поверхности (ИТ-СКОуп)

Объект: ИТ		Категория: объект колонны	Приоритет
Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	
Модель	Следует дать уникальное обозначение модели объекта	Символы	Высокий
Каталожный номер (оператор)	—	—	Средний
Каталожный номер (производитель)	—	—	Высокий
Производитель	—	Все основные производители нефтепромыслового оборудования	
Фактическая длина	Длина, занимаемая объектом в колонне, не считая муфты/ниппеля	м	
Тип клапана	—	Извлекаемый на НКТ. Извлекаемый на НКТ с извлекаемым на канате органом управления. Прочее. Н/д	Средний
Принцип действия	—	Шаровой. Откидной (стандартный). Откидной (изогнутый). Тарельчатый. Прочее. Н/д	
Конструкция клапана	—	Одинарный клапан. Одинарный клапан с возможностью вставки в клапан. Одинарный клапан с отдельным(ой) ниппелем/линией управления для вставки клапанов. Верхний клапан в тандеме для нагруженного резервирования. Нижний клапан в тандеме для нагруженного резервирования. Верхний клапан в тандеме для ненагруженного резервирования. Нижний клапан в тандеме для ненагруженного резервирования. Верхний клапан в тандеме для гибридного резервирования	Низкий
Функция компенсации	—	С функцией компенсации. Без функции компенсации. Н/д	
Номинальный размер	—	—	Высокий
Максимальное НД	—	—	Средний
Минимальное ВД	—	—	
Номинальное давление	—	—	Низкий
Тип поршня	—	Штанговый. Концентрический. Штанговый и концентрический. Прочее. Н/д	Высокий

Окончание таблицы А.109

Объект: ИТ		Категория: объект колонны	Приоритет
Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	
Количество поршней	Общее количество поршней в клапане	Числовое значение	Низкий
Количество линий управления	Общее количество линий управления, ведущих к клапану	Числовое значение	
Вторичная функция линии управления	—	Не установлена. Уравнительная линия. Постоянная блокировка. Временная блокировка. Нормальная работа. Прочее. Н/д	
Конфигурация и тип уплотнения	Следует описать конфигурацию и материалы, используемые в динамических и статических уплотнениях	Текстовое поле	
Характеристики материала: - для запорного устройства, - седла, - расходомерной трубы/поршня	Материал, используемый для большинства ответственных частей клапанов. Под седлом понимается седло для запорного устройства	Перечень кодов для металлических материалов	Высокий
Принцип управления	—	Гидравлическое. Гидравлическое с зарядом азота в качестве дополнительного источника питания. Гидравлическое с уравнительной линией для глубокой установки. Электромагнитное с размещенным в скважине источником питания. Электромагнитное с электрическим кабелем. Прочее. Н/д	Средний
Комментарий	—	Текстовое поле	Низкий
Примечание — Н/д — нет данных.			

Таблица А.110 — Извлекаемый на канате (ИК) ЗКО/ИК-СКОуп

Объект: забойный клапан-отсекатель (ИК)		Категория: вставной объект	Приоритет
Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	
Модель[a]	Следует дать уникальное обозначение модели объекта	Символы (25)	Высокий
Каталожный номер (оператор)	—	—	Средний
Каталожный номер (производитель)[a]	—	—	Высокий

Продолжение таблицы А.110

Объект: забойный клапан-отсекатель (ИК)		Категория: вставной объект	Приоритет
Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	
Производитель[a]	—	Все основные производители нефтепромыслового оборудования	Высокий
Длина	—	м	
Принцип действия	—	Шаровой. Откидной (стандартный). Откидной (изогнутый). Тарельчатый. Прочее. Н/д	Средний
Конструкция клапана	—	Одинарный клапан. Одинарный клапан с возможностью вставки в клапан. Одинарный клапан с отдельным ниппелем/линией управления для вставки клапанов. Верхний клапан в тандеме для нагруженного резервирования. Нижний клапан в тандеме для нагруженного резервирования. Верхний клапан в тандеме для ненагруженного резервирования. Нижний клапан в тандеме для ненагруженного резервирования. Верхний клапан в тандеме для гибридного резервирования	Низкий
Функция компенсации	—	С функцией компенсации. Без функции компенсации. Н/д	
Номинальный размер	—	—	Высокий
Максимальное НД	—	—	Средний
Минимальное ВД	—	—	
Номинальное давление	—	—	Низкий
Тип поршня	—	Штанговый. Концентрический. Штанговый и концентрический. Прочее. Н/д	Высокий
Количество поршней	Общее количество поршней в клапане	Число	Низкий
Количество линий управления	Общее количество линий управления, ведущих к клапану	Число	
Вторичная функция линии управления	—	Не установлена. Уравнительная линия. Постоянная блокировка. Временная блокировка. Нормальная работа. Прочее. Н/д	

Окончание таблицы А.110

Объект: забойный клапан-отсекатель (ИК)		Категория: вставной объект	Приоритет
Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	
Конфигурация и тип уплотнения	Следует описать конфигурацию и материалы, используемые в динамических и статических уплотнениях	Текстовое поле	
Характеристики материала: - для запорного устройства, - седла, - расходомерной трубы/поршня	—	Перечень кодов для металлических материалов	Высокий
Принцип управления	—	Гидравлическое. Гидравлическое с зарядом азота в качестве дополнительного источника питания. Гидравлическое с уравнительной линией для глубокой установки. Электромагнитное с размещенным в скважине источником питания. Электромагнитное с электрическим кабелем. Прочее. Н/д	Средний
Комментарий	—	Текстовое поле	Низкий
[a] Заводской и серийный номера более подробно отражают уникальный идентификационный номер оборудования, упомянутый в таблице 5. Производитель и наименование модели также включены в таблицу 5.			

А.2.7.6 Электрические скважинные насосы

Насосы, расположенные в скважине и называющиеся «электрические скважинные насосы» (ЭСН), могут иметь различные области применения:

a) скважины на суше;

b) скважины с надводной фонтанной арматурой (надводным расположением устья);

c) скважины с подводным устьевым оборудованием (заканчивание скважины с подводным устьевым оборудованием);

d) морское дно (кессон, например, подкачивающий насос для морского дна);

e) горизонтальную насосную установку (ГНУ) ЭСН используют для выполнения насосной функции над водой/на берегу.

Все рассмотренные выше области применения описаны в *[149]*, кроме ГНУ, представленной в *[150]*.

Гидравлические скважинные насосы (ГСН) относятся к еще одному типу насосов, расположенных в скважине, прежде всего для подводных работ, но не рассмотренных в настоящем стандарте. Установки электровинтового насоса (УЭВН) также расположены в скважине, но применяются только на суше и не рассматриваются в настоящем стандарте. Более подробная техническая информация приведена в *ГОСТ Р 55849*.

Принцип работы установленных на морском дне ЭСН (объект 4) аналогичен принципу работы подводного насоса, описанного в классе оборудования «Подводные насосы» (см. А.2.6.4), но сбор данных по НиТО для установленных на морском дне ЭСН рекомендуется выполнять по настоящему пункту.

Классическая или традиционная установка приведена на рисунке А.37, где ЭСН работает на колонне НКТ и погружается в скважинный флюид. Погружной электродвигатель расположен в нижней части устройства и охлаждается за счет проходящего по его периметру дебита скважины. Он подсоединен к протектору погружного электродвигателя. В верхней части протектора погружного электродвигателя расположен всасывающий патрубок или газосепаратор/диспергатор газа, который подает скважинный флюид в центробежный насос и одновременно с этим удаляет/диспергирует свободный газ дебита скважины.

Центром системы ЭСН является многоступенчатый центробежный насос, который поднимает жидкость на поверхность.

Питание электродвигателя поступает на погружной электродвигатель по соединению специально сконструированного трехфазного электрического силового кабеля ЭСН с НКТ. Данный кабель должен иметь особо прочную конструкцию во избежание получения механического повреждения, а также для возможности сохранения своих физических и электрических свойств при воздействии горячих жидкостей и газов в нефтескважинах.

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию электрических скважинных насосов приведены в таблицах А.111, А.112, А.113 соответственно. Определение границ подводных резервуаров под давлением приведено на рисунке А.37.

Таблица А.111 — Классификация по типу. Электрические скважинные насосы

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Электрические скважинные насосы	ESP	Центробежные	CE
		Роторные	RO
		Переменного тока	AC

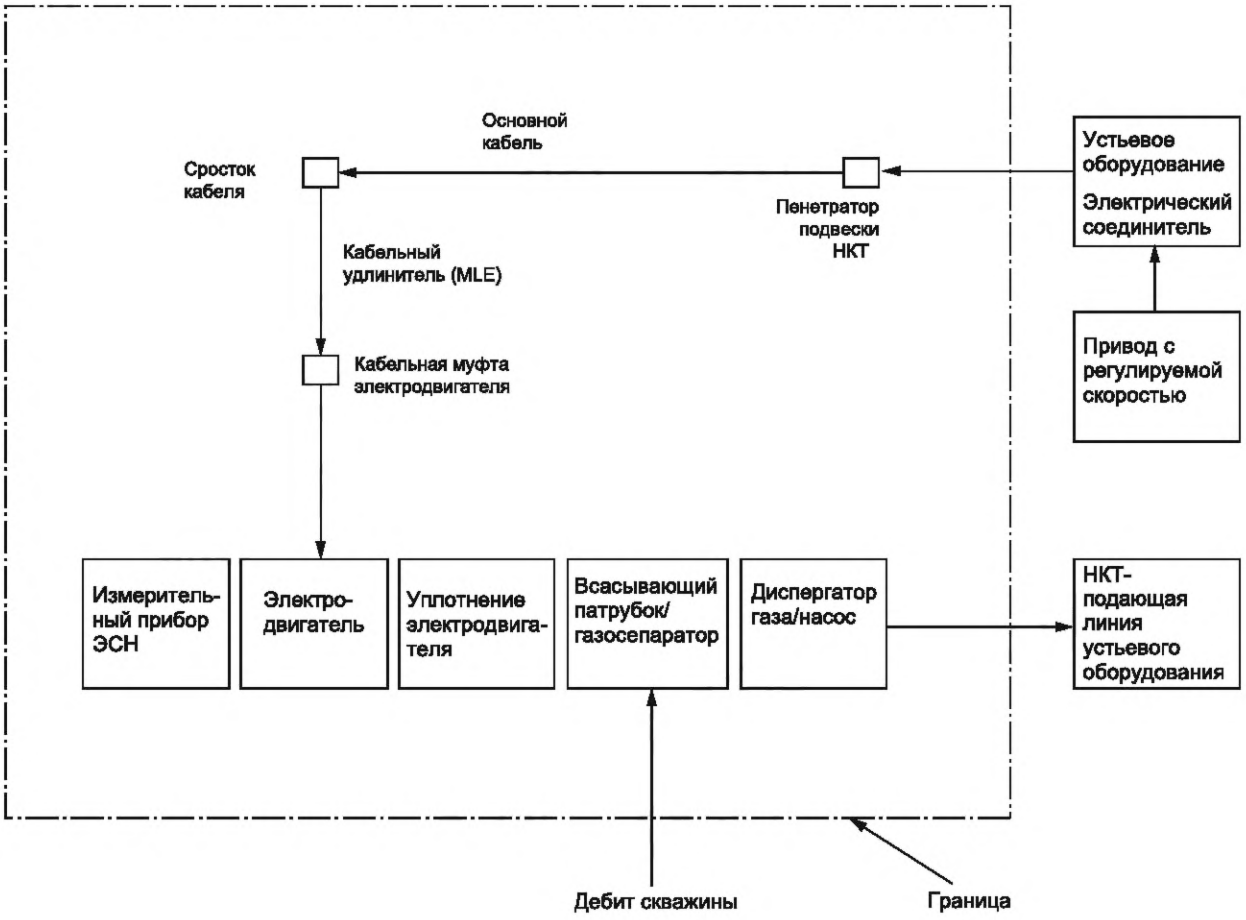


Рисунок А.37 — Определение границ. Электрические скважинные насосы

Насосы типа ЭСН доступны для приобретения с разной производительностью [от 13,64 до 16 080 т/сут (от 100 до ≈120 000 бар/день)] и разными наружными диаметрами [от ≈7,62 до 30,48 мм (от 3 до 12 дюймов)].

ЭСН способен развивать давление до 344,74 бар (5000 фунт/кв. дюйм) или его эквивалента кинетической энергии.

Таблица А.112 — Уровни оборудования. Электрические скважинные насосы

Вид оборудования	Электрические скважинные насосы				
Подвид	Кабель ЭСН	Электродвигатель ЭСН	Насос ЭСН	Всасывающий патрубок ЭСН[a]	Уплотнение ЭСН
Единицы ТО	Основной силовой кабель. Кабельный удлинитель. Пакерный пенетратор. Гибкий проводник. Соединитель кабельной муфты. Сросток. Пенетратор устьевого оборудования	Основание. Соединение. Фильтр. Головка. Картер. Смазочное масло. Уплотнительное кольцо. Ротор. Подшипник. Роторы. Вал. Статор. Упорный подшипник. Покрытие. Скважинный датчик	Основание. Соединение. Диффузоры. Головка/ нагнетательное отверстие. Корпус Рабочие колеса. Уплотнительные кольца. Сетчатые фильтры. Вал. Подшипники вала. Пружинные кольца. Упорные шайбы	Основание. Соединение. Диффузоры. Выпускные отверстия/ сетчатые фильтры. Головка. Корпус. Рабочие колеса. Шнек. Входные отверстия/сетчатые фильтры. Уплотнительные кольца. Радиальные подшипники. Секция сепаратора/ ротор. Вал. Подшипники вала. Пружинные кольца. Упорные шайбы	Мешочная камера. Основание. Соединение. Головка. Корпус. Лабиринтная камера. Механические уплотнения. Смазочное масло. Уплотнительное кольцо. Предохранительная арматура. Вал. Упорный подшипник
[a] Всасывающий патрубок ЭСН включает в себя газосепаратор и диспергатор.					

Таблица А.113 — Данные по оборудованию. Электрические скважинные насосы

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Идентификационный номер скважины	Описание оператора	Номер или наименование	Высокий
Тип модели	Следует указать	Следует указать	Низкий
Область применения ЭСН	Тип области применения	Скважины на суше. Скважины с надводной фонтанной арматурой (надводным расположением устья). Скважины с подводным устьевым оборудованием (заканчивание скважины с подводным устьевым оборудованием). Морское основание (кессон). ГНУ	Высокий
Коррозионная активность жидкости	Нейтральная, низкосернистая, высокосернистая жидкость	Следует указать	
Перемещаемая текучая среда	Только основная жидкость: нефть, газ, конденсат, нагнетаемая вода	Нефть, газ, конденсат, нагнетаемая вода, нефтегаз, газоконденсат, газонефтеводопроявление, CO_2, газ и вода, промысловая вода	
Номинальная мощность на валу	Везде, где применимо	кВт	
Номинальная мощность, прикладываемая к муфте	Везде, где применимо	кВт	
Расчетная максимальная пропускная способность	Навинчивающаяся выпускная головка	$м^3$/сут	Средний

Продолжение таблицы А.113

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Номинальное давление	Навинчивающаяся выпускная головка	Па	Высокий
Расчетные рабочие характеристики (только вода)	Насос и диспергатор газа	Кривая насосных характеристик	Низкий
Расчетная максимальная объемная доля газа (ОДГ)	Насос и диспергатор газа	%	Средний
Осевая нагрузка ступени насоса	Насос и диспергатор газа	кг	Высокий
Номинальное давление на корпус	Насос и диспергатор газа	Па	
Расчетная максимальная пропускная способность	Навинчивающийся впускной патрубок	$м^3$/сут	Низкий
Расчетные рабочие характеристики	Механический газосепаратор	Рабочие характеристики	
Возможности объемной усадки	Секция уплотнительной камеры	$м^3$	Высокий
Пределы эксплуатационных отклонений	Секция уплотнительной камеры	Следует указать (числовое значение)	
Допустимая осевая нагрузка на подшипник	Секция уплотнительной камеры	кг	
Минимальная рабочая скорость для упорного подшипника	Секция уплотнительной камеры	об/мин или частота	Низкий
Количество и интенсивность циклов изменения давления	Секция уплотнительной камеры	Следует указать	Высокий
Требуемая мощность	Секция уплотнительной камеры	кВт	
Параметры характеристик электродвигателя	Электродвигатель	Рабочие характеристики	
Напряжение двигателя для минимального тока	Электродвигатель	А	
Повышение температуры обмотки электродвигателя	Электродвигатель	°С	
Рабочие пределы внутренней температуры электродвигателя	Электродвигатель	°С	
Ток, крутящий момент и коэффициент мощности при замкнутом роторе	Электродвигатель	А	
Номинальное напряжение	Силовой кабель и кабельный удлинитель	В	
Номинальная температура	Силовой кабель и кабельный удлинитель	°С	

Окончание таблицы А.113

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Коэффициент допустимой токовой нагрузки	Силовой кабель и кабельный удлинитель	Следует указать (числовое значение)	Высокий
Размер проводника	Силовой кабель и кабельный удлинитель	мм	
Номинальный допустимый минимальный радиус изгиба	Силовой кабель и кабельный удлинитель	м	
Номинальное напряжение	Кабельная муфта	В	
Номинальная температура	Кабельная муфта	°С	
Коэффициент допустимой токовой нагрузки	Кабельная муфта	А	
Дифференциальное давление	Кабельная муфта	Па	
Циклическое температурное воздействие	Кабельная муфта	Н/д	

А.2.7.7 Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

Надводная фонтанная арматура может иметь различные области применения:

- на платформах типа TLP и SPAR;
- стационарных морских платформах;
- береговых сооружениях.

Следует отметить, что управление и мониторинг входят в состав надводной, а не подводной фонтанной арматуры (см. А.2.6.2).

В данный класс оборудования не входит береговое устьевое оборудование со станками-качалками, так как на них не используется фонтанная арматура.

Для сбора более подробных и особо значимых для обеспечения добычи данных о безопасности по фонтанной арматуре можно использовать класс оборудования «Арматура» (см. А.2.5.4).

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию надводного устьевого оборудования и фонтанной арматуры приведены в таблицах А.114, А.115, А.116 соответственно. Определение границ надводного устьевого оборудования и фонтанной арматуры приведено на рисунке А.38.

Таблица А.114 — Классификация по типу. Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура	WD	Вертикальное	VE
		Горизонтальное	HO

Таблица А.115 — Уровни оборудования. Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

Вид оборудования	Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура			
Подвид	Устьевое оборудование	Подвеска НКТ	Фонтанная арматура[a, b]	Управление и мониторинг
Единицы ТО	Затрубные уплотнительные устройства (герметизирующие устройства).	Соединение для закачки химреагентов. Гидравлическое соединение.	Колпаки фонтанной арматуры. Контуры/трубопроводы фонтанной арматуры.	Панель управления[j]. НКТ с гидравлическим КИП.

Окончание таблицы А.115

Вид оборудования	Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура			
Подвид	Устьевое оборудование	Подвеска НКТ	Фонтанная арматура[a, b]	Управление и мониторинг
	Подвески обсадной колонны. Головка колонны направления. Выходной блок линии управления/ блок закачки химреагентов. Головка устьевая	(окончание в блоке линии управления). Питающий/сигнальный соединитель. Электроволокно (окончание в блоке линии управления). Корпус подвески НКТ. Разделительный поршень подвески НКТ. Уплотнения подвески НКТ. Обратная арматура. Вставка головки НКТ[c]	Соединитель фонтанной арматуры/устьевого оборудования. Соединение фонтанной арматуры/трубопровода (точка сопряжения)[d]. Обратная арматура. Штуцерная арматура[e]. Запорная арматура для технологического процесса[f, g]. Запорная арматура для вспомогательных ресурсов[h, i]. Прочая арматура	НКТ с электрическим КИП. Манометр. Преобразователи давления. Концевой выключатель. Датчики температуры

[a] Различная затрубная арматура и указанная фонтанная арматура выполняют свою функцию для каждого затрубного пространства, например больше всего требований у затрубного пространства А (между НКТ и эксплуатационной колонной).

[b] Фонтанная арматура выполняет основную барьерную функцию и таким образом [так же, как и в классе оборудования «Подводная фонтанная арматура» (см. А.2.6.2)] является единицами ТО в рамках подвида. Однако можно также использовать класс оборудования «Арматура» (А.2.5.4), если требуется собрать более подробные данные о надводной арматуре.

[c] Если вставка головки НКТ является отдельной единицей ТО.

[d] Границей установки на выходе является фланцевое соединение на PWV.

[e] Надводная фонтанная арматура, как правило, не включает в себя штуцерную арматуру. Поэтому данную единицу ТО необходимо описать отдельно в рамках класса оборудования «Арматура».

[f] К запорной арматуре для технологического процесса относят фонтанную арматуру (LMV и UMV), эксплуатационную арматуру на отводящей линии (PWV), буферную арматуру (SV), затрубную арматуру и отсечную арматуру (KV).

[g] Как правило, устанавливаются две фонтанные задвижки: с ручным и с приводным управлением. Также возможно наличие двух приводных задвижек.

[h] К запорной арматуре для вспомогательных ресурсов относят клапаны нагнетания химреагентов/запорная арматура.

[i] В том числе клапаны нагнетания химреагентов/гидравлическая арматура и т. д.

[j] К панели управления относят регулирующую арматуру.

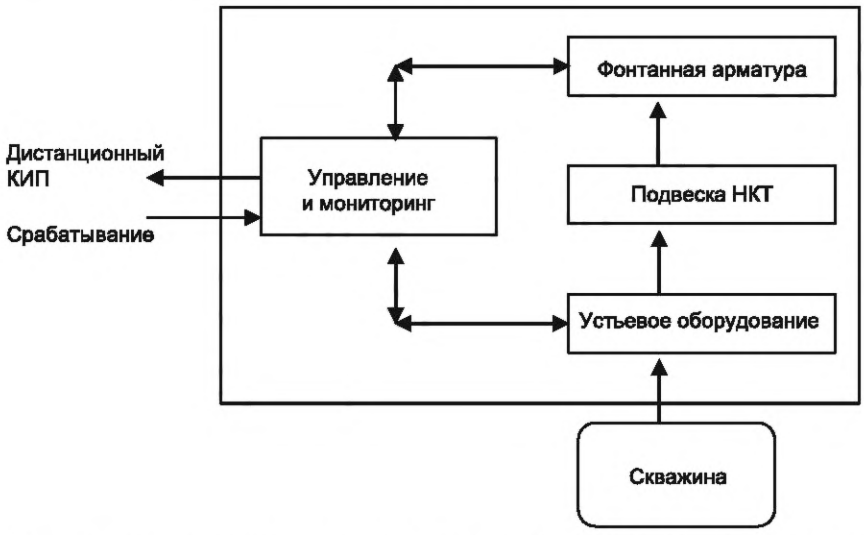


Рисунок А.38 — Определение границ. Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

Таблица А.116 — Данные по оборудованию. Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Идентификационный номер скважины	Идентификационный номер скважины (описание оператора)	Следует указать	Высокий
Функция скважины	Функция скважины	Добыча, нагнетание, ликвидация	
Расчетное давление	Номинальное давление устьевого оборудования и фонтанной арматуры	Па (бар)	
Скважина с механизированной эксплуатацией	Тип механизированной эксплуатации в скважине	Газлифтная, ЭСН, УЭВН, отсутствует	
Система придонной подвески	Следует указать наличие либо отсутствие системы придонной подвески	Да/нет	Низкий
Тип скважины	Тип подсоединения скважины	Морская, SPAR, TLP, береговая, I, высоконапорная высокотемпературная скважина (ВНВТС), ПГД, для добычи сланцевого газа, для добычи сланцевой нефти	Высокий
Давление на устьевом оборудовании	Среднее рабочее давление устьевого оборудования	кг/см^2	Низкий
Температура устьевого оборудования	Средняя рабочая температура устьевого оборудования	°С	
Объемная производительность скважины	Средняя объемная производительность скважины (добыча или нагнетание)	Следует указать	Средний
Добываемая/нагнетаемая жидкость	Добываемая/нагнетаемая жидкость	Воздух, химические вещества, конденсат, неочищенная нефть, факельный газ, пресная вода, топливный газ, газ, газоконденсат, нефтяной газ, газонефтеводопроявление, углеводородные соединения, метанол, азот, нефть, нефтяные воды, нефтесодержащая вода, морская вода, отстоянная морская вода, пар, неизвестно, водно-гликолевая смесь	Высокий
Принцип управления	Определяет принцип управления функциями и исполнительными механизмами фонтанной арматуры	Примечание 1	
Коррозионная активность жидкости	Коррозионная активность жидкости	Слабая, вещества, свободные от примесей, умеренная, сильная, неизвестно	Средний
Эрозионная активность жидкости	Эрозионная активность жидкости скважины		
Область применения арматуры	Функция элемента фонтанной арматуры	Буферная арматура (SV), эксплуатационная арматура на отводящей линии (PWV), отсечная арматура (KV), верхняя фонтанная арматура (UMV), нижняя фонтанная арматура (LMV), затрубная арматура (AV)	Высокий
Класс конструкции арматуры	Тип конструкции арматуры	Шаровая, двустворчатая, мембранная, задвижка с двойным расширяющимся шибером, откидная, шиберная, игольчатая, поршневая, плунжерного типа, поворотная	

Примечания

1 Принцип действия соответствующей арматуры следует описывать с использованием данных по оборудованию в соответствии с классом оборудования «Арматура» (см. таблицу А.79).

2 Информация относительно механической эксплуатации приведена в классе оборудования «ЭСН»; для газлифтной эксплуатации — в классе оборудования «Нижнее заканчивание скважины» (см. А.2.7).

А.2.7.8 Эксплуатационные данные о добыче/нагнетании

Подлежащие сбору эксплуатационные данные об оборудовании для заканчивания скважин приведены в таблице А.117. Эти данные зависят от конкретной скважины и определяют общие рабочие условия для всего используемого в этой скважине оборудования. Данные о добыче/нагнетании необходимо собирать ежемесячно.

Таблица А.117 — Эксплуатационные данные о добыче/нагнетании

Данные	Описание	Единица измерения или перечень кодов
Год	—	—
Месяц	—	—
Давление на устье	Давление на устьевом оборудовании	Па (бар)
Температура устьевого оборудования	Температура на устьевом оборудовании	°С
Суточный дебит, газ	Средний суточный дебит газа	$м^3$/сут
Суточный дебит, нефть	Средний суточный дебит нефти	$м^3$/сут
Суточный дебит, конденсат	Средний суточный дебит конденсата	$м^3$/сут
Суточный дебит, вода	Средний суточный дебит воды	$м^3$/сут
Концентрация H_2S	Среднесуточная концентрация H_2S	Молярный процент или г/т[a]
Концентрация CO_2	Среднесуточная концентрация CO_2	Молярный процент или г/т[a]
Комментарий	Дополнительная информация	—
[a] Единица измерения «грамм на тонну» (г/т) является аналогом единицы «частиц на миллион» (част/млн), не рекомендованной стандартом ИСО.		

А.2.7.9 Данные по отказам и ТО

Стационарное оборудование для заканчивания скважин, как правило, работает по принципу эксплуатации до отказа. Для некоторых объектов колонны возможно выполнение профилактической замены, например для извлекаемых на канате СКОуп.

В редких случаях объекты можно отремонтировать непосредственно в скважине. Как правило, это касается извлекаемых на обсадных трубах или НКТ СКОуп.

Если в результате скважинного ремонта работоспособность объекта восстановится, это можно зарегистрировать, указав запись об отказе для ранее отказавшего объекта. В зависимости от категории объекта запись об отказе объекта можно рассматривать в соответствии с таблицей 8. Регистрация скважинных ремонтных работ происходит посредством изменения кода корректирующей меры и указания даты корректирующей меры. При отказе этого объекта на более поздней стадии следует зарегистрировать новый отказ, как описано выше.

Необходимо собирать информацию о скважинном тестировании клапанов, поскольку она крайне полезна при интерпретации тенденций появления отказов скважинного оборудования.

А.2.8 Бурение

А.2.8.1 Верхние приводы

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию верхних приводов приведены в таблицах А.118, А.119, А.120 соответственно. Определение границ верхних приводов приведено на рисунке А.39.

Таблица А.118 — Классификация по типу. Верхние приводы

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Верхние приводы	TD	С гидравлическим приводом	HD
		С электрическим приводом	ED

Верхний привод (часто называемый «силовой вертлюг») относят к оборудованию, выполняющему следующие функции:

- вращение бурильной колонны (ранее эту функцию выполнял стол ротора);
- обеспечение канала для бурового раствора (ранее эту функцию выполнял вертлюг);
- развинчивание/подвеска труб (ранее эту функцию выполняло устройство для механизированной подвески и развинчивания труб);



Рисунок А.39 — Определение границ. Верхние приводы

- запирание буровой трубы с помощью запорной арматуры ведущей буровой трубы (ранее эту функцию выполняла арматура ведущей буровой трубы совместно со столом ротора);
- подъем/опускание бурильной колонны при помощи стандартного элеватора (ранее эту функцию выполняла крюковая подвеска при помощи аналогичного элеватора).

Верхние приводы бывают электрическими и гидравлическими. С гидравлическим приводом, как правило, используют несколько гидродвигателей.

Элеваторные штропы и элеваторы не считают частью верхнего привода (стандартное буровое оборудование).

Таблица А.119 — Уровни оборудования. Верхние приводы

Вид оборудования	Верхние приводы						
Подвид	Приводы	Распределительное устройство	Вертлюг	Трубный манипулятор в сборе	Система смазки	Управление и мониторинг	Прочее
Единицы ТО	Электропривод. Гидропривод. Радиальный, упорный и осевой подшипники	Подшипники. Набивка/уплотнения. Соединение с приводом. Соединение с вертлюгом. Шестерни. Зубчатые шестерни	Горловина. Набивка/уплотнения. Осевой, радиальный и упорный подшипники. Корпус вертлюга. Ствол вертлюга	Подвеска штропа, включая механизмы наклона. Электродвигатель положения трубного манипулятора. Вертлюжное соединение. Динамометрический ключ	Масляный бак. Нагреватели. Охладители. Насос с электродвигателем. Арматура. Фильтры. Смазочное масло	Панель управления. Управление. Электрический и/или гидравлический шкафы. Кабельные шлейфы. Манифольды. Монтажная коробка. Датчик. Электромагнитная арматура. Обратная арматура. Прочая арматура	Каретка направляющей траверсы. Встроенные противовыбросовые превенторы (запорная арматура ведущей буровой трубы). Компенсатор противовеса/система сохранения показания

Таблица А.120 — Данные по оборудованию. Верхние приводы

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип привода	Следует указать тип	Электрический, гидравлический	Высокий
Количество приводов (применимо только для гидроприводов)	Следует указать количество	Число	
Требования к гидравлической мощности (применимо только для гидроприводов)	Давление	Па (бар)	
	Объемная производительность	$м^3$/мин	
Класс электродвигателя (применимо только для электроприводов)	Следует указать тип	Асинхронный, синхронный	
Требования к электропитанию (применимо только для электроприводов)	Напряжение	В	
	Ток	А	
Номинальная мощность	Максимальная мощность	кВт	
Нормальная рабочая мощность	Мощность	кВт	
Скорость	Максимальная скорость	об/мин	
	Нормальная скорость	об/мин	
Крутящий момент	Максимальный крутящий момент	Н·м	
	При нормальной скорости	Н·м	
	При максимальной скорости	Н·м	
Давление, вспомогательные ресурсы	Гидравлическое давление	Па (бар)	Низкий
	Атмосферное давление	Па (бар)	
Поток, вспомогательные ресурсы	Гидравлический поток	$м^3$/мин	
	Расход воздуха	$м^3$/мин	
Каретка выдвигаемой траверсы	Следует указать наличие	Да/нет	
Допустимое давление бурового раствора	Давление	Па (бар)	
Расчетное давление в противовыбросовом превенторе (ПВП)	Давление	Па (бар)	
Допустимый диапазон значений динамометрического ключа	Диаметр	мм	
	Крутящий момент	Н·м	
Допустимая грузоподъемность подвески элеваторного штропа	Допустимая грузоподъемность	кг	Высокий

А.2.8.2 Подводное противовыбросовое оборудование

Существует два основных вида ПВП, применяемых для бурильных работ:

- подводные ПВП, используемые для бурения с плавучих платформ. В этом случае ПВП крепят к придонному устью;

- наземные ПВП, применяемые для наземных работ или сооружений, прикрепленных к морскому основанию.

Принцип действия наземных ПВП аналогичен принципу действия подводных ПВП и описан в А.2.8.3. Основные различия связаны с управлением функциями ПВП и меньшим количеством функций у наземного ПВП, чем у подводного. Кроме того, подводный ПВП оснащен в верхней части гибким соединением, которое позволяет изменять угол райзера.

В верхней части подводного ПВП дополнительно предусмотрено гибкое соединение для подключения бурового райзера (или райзера для капитального ремонта), обеспечивающее изменение угла райзера.

При нормальном процессе бурения давление бурового раствора превышает давление в резервуаре. Это препятствует попаданию неконтролируемого потока пластовой продукции в скважину.

По разным причинам давление в резервуаре может время от времени меняться, превышая давление бурового раствора. Это приводит к попаданию неконтролируемого потока пластовой продукции в скважину. Таким образом, основная задача ПВП — временно закрыть скважину, чтобы прокачать по замкнутой системе буровой раствор более высокой плотности и восстановить гидростатическое управление скважины.

ПВП также может быть использован в других целях, например для контроля колонны, опрессовки, нагнетания цементного раствора и т. д.

Пример таксономии подводного ПВО на рисунке А.40 относится к ПВП, устанавливаемым под водой и применяемым для бурильных работ.

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию ПВП приведены в таблицах А.121, А.122, А.123 соответственно. Определение границ ПВП приведено на рисунке А.40.

Таблица А.121 — Классификация по типу. Подводное противовыбросовое оборудование (ППВО)

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Подводное противовыбросовое оборудование	ВО	Гидравлическое управление	РН
		Мультиплексное электрогидравлическое	МХ

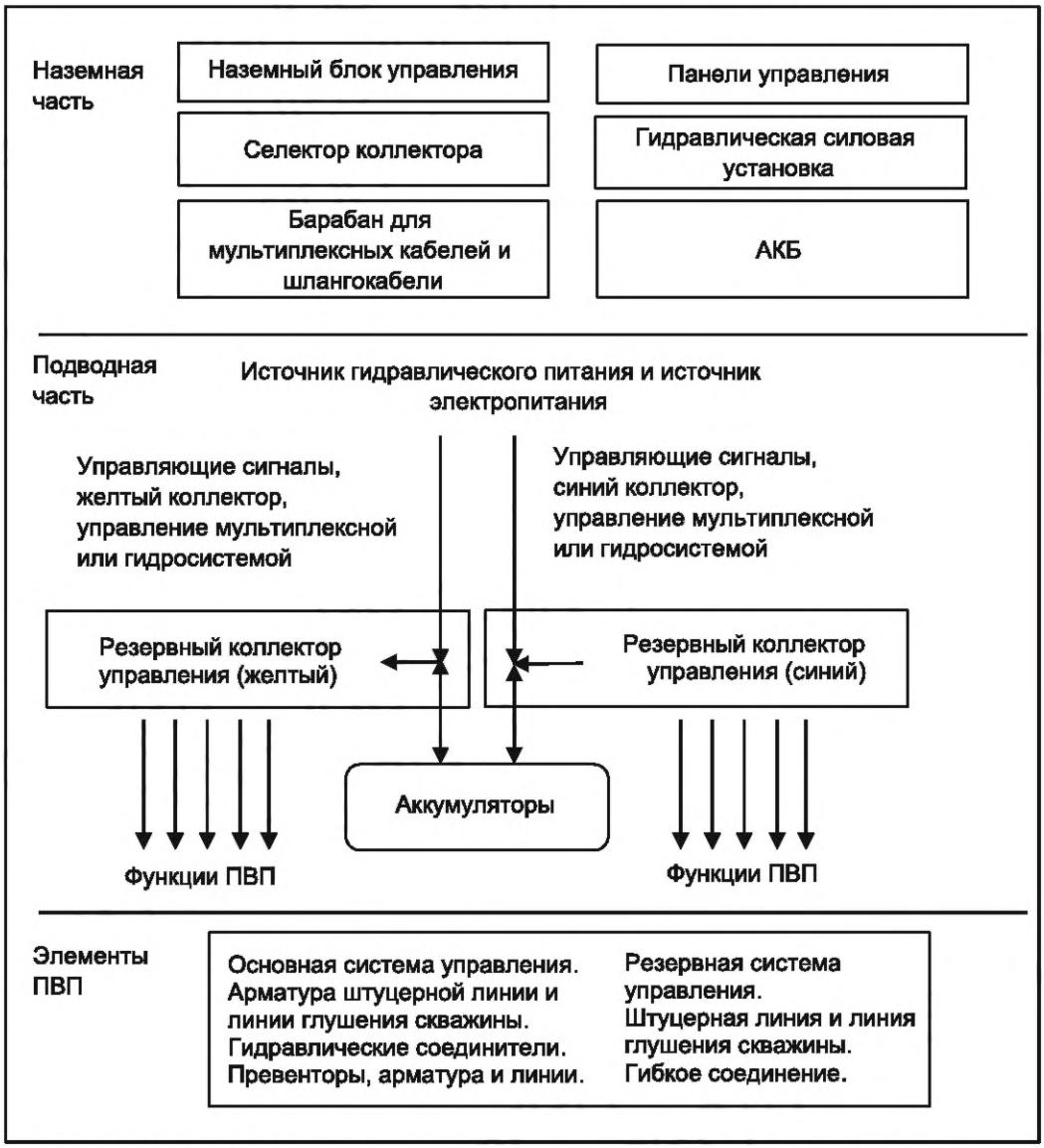


Рисунок А.40 — Определение границ. Подводное противовыбросовое оборудование

Подводное ПВО, как правило, состоит из следующих элементов (см. также таблицу А.122):

a) один или два кольцевых превентора, которые перекрывают любую трубу в скважине;

b) от трех до шести плашечных превенторов (в зависимости от заправки), которые могут перекрывать различные трубы в скважине, сдвигать трубопроводы и перекрывать скважину целиком;

c) два соединителя: один соединяет ПВП с устьем и называется «соединитель устьевого оборудования», другой — соединитель нижнего соединительного узла (НСУ) райзера, соединяющий НСУ райзера и ПВП и позволяющий отсоединять НСУ райзера от ПВП;

d) арматура штуцерной линии и линии глушения скважины (от четырех до десяти), которую можно использовать для контроля давления в ПВП, жидкостью под давлением, поступающей из скважины, и жидкостью под давлением, нагнетаемой в скважину.

Таблица А.122 — Уровни оборудования. Подводное противовыбросовое оборудование

Вид оборудования	Подводное противовыбросовое оборудование				
Подвид	Превенторы, арматура и линии	Гидравлические соединители	Гибкое соединение	Основная система управления	Резервная система управления[a]
Единицы ТО	Кольцевые превенторы: корпус; фланцы; уплотнительный элемент; плунжер гидравлического цилиндра; уплотнения. Плашечные превенторы: корпус; запорное устройство; фланцы; блок плашек; уплотнения плашек; срезающий нож; поршень/оператор; уплотнения. Арматура штуцерной линии и линии глушения скважины: исполнительный механизм; корпус задвижки уплотнения крышки. Штуцерная линия и линия глушения скважины: линия, ведущая к райзеру; соединители; уплотнения; шланг/трубопровод; жесткий трубопровод; шланг горловины	Соединители НСУ райзера и соединители устьевого оборудования: корпус; фиксирующее устройство; поршень(поршни); кольцевое уплотнение основного отверстия; уплотнения	Гибкое соединение: гибкий элемент; корпус; фланцы; противоизносное кольцо; аноды; элементы болтового соединения	Придонные: коллектор управления; импульсная арматура; золотниковая арматура; аккумуляторы; регуляторы давления; электромагнитная арматура; обратная арматура; прочая арматура; линия гидравлической системы управления; уплотнения; электрооборудование/ПЭМУ; КИП (например, датчики расхода/давления); трубопроводы/шланги; многоканальные шланги гидроуправления (управляющие линии и питающая сеть); мультиплексные кабели; подающий трубопровод гидросистемы жесткого типа. Наземные: панели управления; наземный блок управления; источник электропитания; источник питания; резервное питание (ИБП); нажимная кнопка; КИП (например, датчик давления, считывание показаний); гидравлическая силовая установка; коллектор управления; коллекторные барабаны; арматура для выбора коллектора	Придонные: электромагнитная арматура; импульсная арматура; золотниковая арматура; аккумуляторы; подводный блок управления; батарейный; преобразователи. Наземные: наземный блок управления; преобразователи. Оборудование, управляемое ТНПА[b]: быстроразъемное соединение; золотниковая арматура; запорная арматура, управляемая ТНПА; рабочая панель ТНПА

[a] Прибор для испытания на сдвиг, система швартовки на стационарный якорь, ТНПА и акустическая система управления входят в данный подвид в зависимости от конструкции ППВП.

[b] Информацию о резервировании ТНПА см. в API (стандарт 53).

Таблица А.123 — Данные по оборудованию. Подводное противовыбросовое оборудование (ППВО)

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип установки	Следует указать	Полупогружная, буровое судно, самоподъемная передвижная буровая установка и т. д.	Средний
Позиционирование	Следует указать	Динамическое, якорное	
Производитель/поставщик ПВП	Следует указать	Текстовое описание	Высокий
Габариты	Следует указать (внутренний диаметр)	мм (дюймы)	Средний
Размер	Высота и масса	мм (дюймы), килограммы (тонны)	Низкий
Номинальное давление	Следует указать	Па	Высокий
Место установки/зарегистрированная глубина воды	Следует указать	м	Средний
Плашечные превенторы [производитель (и модель)]	Следует указать	Следует указать	Высокий
Плашечные превенторы (номинальное давление)	Следует указать	Па	
Количество трубных плашек с постоянным диаметром	Следует указать	Число	Средний
Количество трубных плашек с переменным диаметром	Следует указать	Число	
Количество глухих плашек	Следует указать	Число	
Количество срезающих глухих плашек	Следует указать	Число	
Количество срезающих плашек обсадной колонны	Следует указать	Число	
Кольцевые превенторы [производитель (и модель)]	Следует указать	Следует указать	Высокий
Кольцевые превенторы (номинальное давление)	Следует указать	Па	
Количество кольцевых превенторов	Следует указать	Число	Средний
Соединитель НСУ райзера [производитель (и модель)]	Следует указать	Следует указать	Высокий
Соединитель НСУ райзера (номинальное давление)	Следует указать	Па	Средний
Соединитель устьевого оборудования [производитель (и модель)]	Следует указать	Следует указать	Высокий
Соединитель устьевого оборудования (номинальное давление)	Следует указать	Па	Средний
Количество обвязок устья	Следует указать общее количество запусков и фиксаций (в том числе повторных) ПВП на устье, период наблюдения	Число	

Окончание таблицы А.123

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Арматура штуцерной линии и линии глушения скважины [производитель (и модель)]	Следует указать	Следует указать	
Количество арматуры штуцерной линии и линии глушения скважины	Следует указать	Число	
Тип управляющей жидкости	Следует указать	На углеводородной, водной основе	Высокий
Тип системы управления	Следует указать	Мультиплексная, дистанционная гидравлическая, иная	
Модель и версия системы управления	Следует указать	Следует указать	
Вспомогательная система управления	Следует указать	Следует указать	

А.2.8.3 Наземные противовыбросовые превенторы

Класс оборудования «Наземные противовыбросовые превенторы» предназначен для наземных работ или сооружений, прикрепленных к морскому основанию, и во многом схож с классом ППВП. Таким образом, части, показанные для ППВП, также применимы к наземным противовыбросовым превенторам (НПВП), за исключением подводных единиц ТО, приведенных в А.2.8.2.

Принцип действия НПВП аналогичен принципу действий ППВП. Основные различия связаны с управлением функциями ПВП и с тем, что у НПВП в целом меньше функций, чем у ППВП.

Таким образом, основная задача НПВП — временно закрыть скважину, чтобы прокачать по замкнутой системе буровой раствор более высокой плотности и восстановить гидростатическое управление скважины. НПВП также может быть использован в других целях, например для контроля колонны, опрессовки, нагнетания цементного раствора и т. д.

Пример таксономии НПВП на рисунке А.41 относится к ПВП, которые устанавливают на поверхности и применяют для бурильных работ.

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию наземных ПВП приведены в таблицах А.124, А.125, А.126 соответственно.

Наземный ПВП, как правило, состоит из следующих элементов (см. также таблицу А.125):

a) один или два кольцевых превентора, перекрывающих любую трубу в скважине;

b) от трех до шести плашечных превенторов (в зависимости от заправки), которые могут перекрывать различные трубы в скважине, сдвигать трубопроводы и перекрывать скважину целиком;

c) главный соединитель, соединяющий ПВП и устье;

d) арматура штуцерной линии и линии глушения скважины (от четырех до десяти), которую можно использовать для контроля давления в ПВП, жидкостью под давлением, поступающей из скважины, и жидкостью под давлением, нагнетаемой в скважину.

Таблица А.124 — Классификация по типу. Наземные противовыбросовые превенторы

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Наземные противовыбросовые превенторы	ВТ	Гидравлическое управление	РН
		Мультиплексное электрогидравлическое	МХ

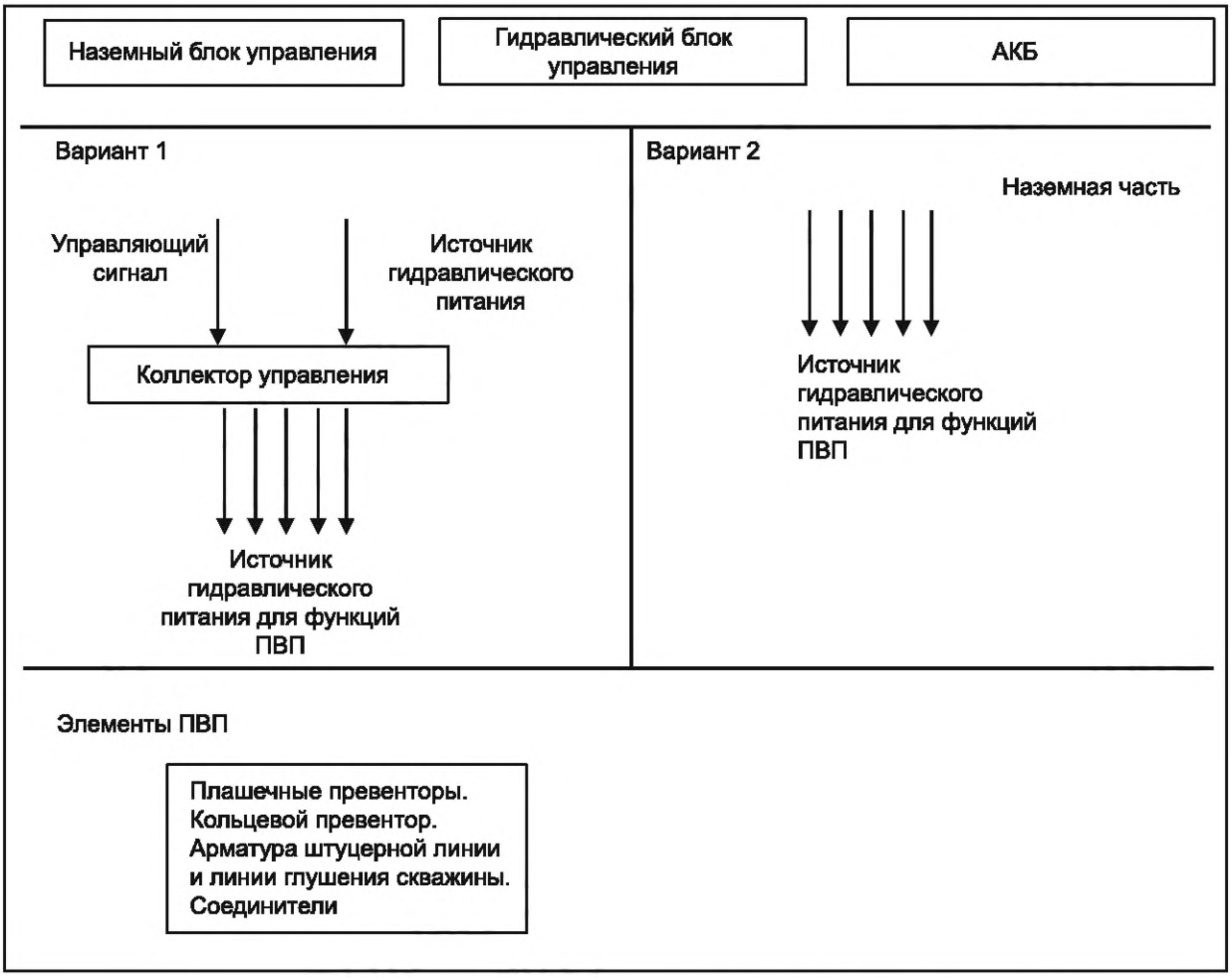


Рисунок А.41 — Определение границ. Наземные противовыбросовые превенторы

Таблица А.125 — Уровни оборудования. Наземные противовыбросовые превенторы

Вид оборудования	Наземные противовыбросовые превенторы (ПВП)		
Подвид	Превенторы, арматура и линии	Соединители	Основная система управления
Единицы ТО	Кольцевой превентор: корпус; фланцы; уплотнительный элемент; плунжер гидравлического цилиндра; уплотнения. Плашечные превенторы: корпус; запорное устройство; фланцы; крышка блока плашек; уплотнения плашек; срезающий нож; поршень/оператор; уплотнения.	Соединители: корпус; фиксирующее устройство; поршень (поршни); кольцевое уплотнение основного отверстия; уплотнения	Наземные органы управления: коллектор управления; импульсная арматура; регулирующая арматура; электромагнитная арматура; обратная арматура; прочая арматура; линия гидравлической системы управления; уплотнения; электрооборудование/ПЭМУ; кип (например, датчики расхода/давления); трубопроводы/шланги; многоканальные шланги гидроуправления (управляющие линии и питающая сеть); мультиплексные кабели;

Окончание таблицы А.125

Вид оборудования	Наземные противовыбросовые превенторы (ПВП)		
Подвид	Превенторы, арматура и линии	Соединители	Основная система управления
Единицы ТО	Арматура штуцерной линии и линии глушения скважины: исполнительный механизм; корпус задвижки; уплотнения крышки; шланг горловины. Штуцерная линия и линия глушения скважины: соединители; уплотнения; шланг/трубопровод; жесткий трубопровод	Соединители: корпус; фиксирующее устройство; поршень (поршни); кольцевое уплотнение основного отверстия; уплотнения	подающий трубопровод гидросистемы; панели управления; наземный блок управления; источник электропитания; источник питания; резервное питание (ИБП); нажимная кнопка; КИП (например, датчик давления, считывание показаний); гидравлическая силовая установка

Таблица А.126 — Данные по оборудованию. Наземные противовыбросовые превенторы

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип установки	Следует указать	Полупогружная, самоподъемная передвижная буровая установка, TLP, береговая, иная	Средний
Швартовные устройства	Следует указать	Динамическое, якорное, отсутствует	
Производитель/поставщик ПВП	Следует указать	Текстовое описание	Высокий
Габариты	Следует указать (внутренний диаметр)	мм	Средний
Размер	Высота и масса	мм, кг (т)	Низкий
Номинальное давление	Следует указать	Па	Высокий
Место установки/зарегистрированная глубина воды	Следует указать	м	Средний
Плашечные превенторы [производитель (и модель)]	Следует указать	Следует указать	Высокий
Плашечные превенторы (номинальное давление)	Следует указать	Па	
Количество плашечных превенторов	Следует указать	Число	Средний
Кольцевые превенторы [производитель (и модель)]	Следует указать	Следует указать	Высокий
Кольцевые превенторы (номинальное давление)	Следует указать	Па	
Количество кольцевых превенторов	Следует указать	Число	Средний
Соединитель устьевого оборудования [производитель (и модель)]	Следует указать	Следует указать	Высокий
Соединитель устьевого оборудования (номинальное давление)	Следует указать	Па	Средний

Окончание таблицы А.126

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Количество обвязок устья	Следует указать общее количество запусков и фиксаций (в том числе повторных) ПВП на устье, период наблюдения	Число	Средний
Арматура штуцерной линии и линии глушения скважины [производитель (и модель)]	Следует указать	Следует указать	
Количество арматуры штуцерной линии и линии глушения скважины	Следует указать	Число	
Тип управляющей жидкости	Следует указать	На углеводородной, водной основе	Высокий
Тип системы управления	Следует указать	Мультиплексная, дистанционная гидравлическая, иная	
Модель и версия системы управления	Следует указать	Следует указать	
Вспомогательная система управления	Следует указать	Следует указать	Средний

А.2.9 Геолого-технические мероприятия

А.2.9.1 Наземное противовыбросовое оборудование

Наземное ПВО предназначено для следующих типов оборудования, используемого для проведения геолого-технических мероприятий (ГТМ):

- гибкие НКТ;
- талевый канат;
- оборудование для спуска или подъема бурильных труб и подачи инструмента.

Принципы сбора и обмена данными, определенные в настоящем стандарте, могут быть применимы к указанному выше оборудованию.

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию ПВП приведены в таблицах А.127, А.128, А.129 соответственно. Определение границ ПВП приведено на рисунке А.42.

Следует отметить, что наземное ПВО располагается полностью над водой или на берегу. В случае проведения подводных ГТМ (наземная фонтанная арматура рассмотрена в таблице А.128) соединения выполняют в верхней части наземной фонтанной арматуры. Более подробная информация о данном классе оборудования представлена далее в этом разделе.

Подводные и наземные ПВП рассмотрены в А.2.8.2 и А.2.8.3.

Указанные ниже три класса оборудования представлены в таблице А.4 в виде отдельных классов, однако ввиду их сходства решено объединить их в один раздел. Таким образом, классификацией, представленной в таблице А.127, следует пользоваться для сбора данных о надежности следующего наземного ПВО:

- гибкие НКТ, наземное ПВО;
- талевый канат, наземное ПВО;
- оборудование для спуска или подъема бурильных труб и подачи инструмента, наземное ПВО.

Таблица А.127 — Классификация по типу. Наземное противовыбросовое оборудование (для ГТМ)

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Наземное ПВО (для ГТМ)	WC	Гибкие НКТ малого диаметра	W1
		Для спуска или подъема бурильных труб и подачи инструмента	W2
		Извлекаемое на канате	W3



Рисунок А.42 — Определение границ. Наземное противовыбросовое оборудование (для ГТМ)

Таблица А.128 — Уровни оборудования. Наземное противовыбросовое оборудование (для ГТМ)

Вид оборудования	Наземное противовыбросовое оборудование (для ГТМ)				
Подвид	Временное соединение и приращение ВД	ПВП для ГТМ	Динамическое уплотнение для работы под давлением	Запорная арматура с боковой подводкой	Управление и мониторинг
Единицы ТО	Уплотнительная поверхность. Уплотнительный элемент	Плашка в сборе. Уплотнительный элемент. Срезающий элемент	Уплотнительный элемент. Гидравлический контур	Запорная арматура для технологического процесса. Запорная арматура для вспомогательных ресурсов	Первичный двигатель. Электромагнитная арматура. Импульсная арматура. Ручной привод. Аккумулятор. Электромодуль. Гидравлическое соединение. Низковольтный питающий/сигнальный соединитель. ПА. Золотниковая арматура. Фильтр. Насос. Бак для гидравлической жидкости

Таблица А.129 — Данные по оборудованию. Наземное противовыбросовое оборудование (для ГТМ)

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Производитель	Следует указать	Текст	Высокий
Идентификатор оборудования	Заводская модель/номер по каталогу/серийный номер	Номер или наименование	
Функция оборудования	Функциональное описание оборудования	Текст	
Тип оборудования	Тип оборудования (плашка, шиберная задвижка, шаровая арматура и т. д.)	Текст	
Размер	Номинальный размер (отверстие)	мм	
Тип соединений	Следует указать	Текст	—
Тип эластомера	Следует указать тип эластомера для оборудования с динамическими и статическими уплотнительными элементами	Текст	Высокий
Номинальное давление	Номинальное рабочее давление	Па (бар)	
Воздействие давления	Воздействие давления во время работы	Па (бар)	
Воздействие жидкости	Только основная жидкость	Нефть, газ, конденсат, минерализованная вода, CO_2, H_2S	

А.2.9.2 Подводные геолого-технические мероприятия

Сбор данных о надежности для класса «Подводные геолого-технические мероприятия» можно проводить в трех режимах работы, которые могут незначительно различаться по таксономическому формату. Режимы работы:

a) ГТМ на скважине без использования райзера (RLWI);

b) ГТМ, выполняемые в открытой воде;

c) ГТМ, выполняемые через ПВП/райзер для бурения.

RLWI для проведения подводных канатных работ сопоставимы с канатными работами, выполняемыми при помощи наземного ПВО, как описано в А.2.9.1.

В настоящем стандарте приведены данные по оборудованию для типа ГТМ по перечислению b), выполняемых в открытой воде, выделенных в отдельный класс оборудования OI (см. таблицу А.130).

Прочие инструменты проведения ГТМ, рассматриваемые в настоящем стандарте, например спускные устройства для модуля регулирования расхода, ПМУ и средства извлечения клапанов на подводном добычном комплексе, не рассматриваются в данной таксономии (см. класс оборудования «Подводные геолого-технические мероприятия»).

Определение границ подводных ГТМ, выполняемых в открытой воде, приведено на рисунке А.43.

Таблица А.130 — Классификация по типу. Подводные ГТМ, выполняемые в открытой воде

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
ГТМ, выполняемые в море	OI	Заканчивание скважины	WC
		Внутрискважинные работы, выполняемые в море (режим фонтанной арматуры)	WI
		Капитальный ремонт (режим фонтанной арматуры)	WO

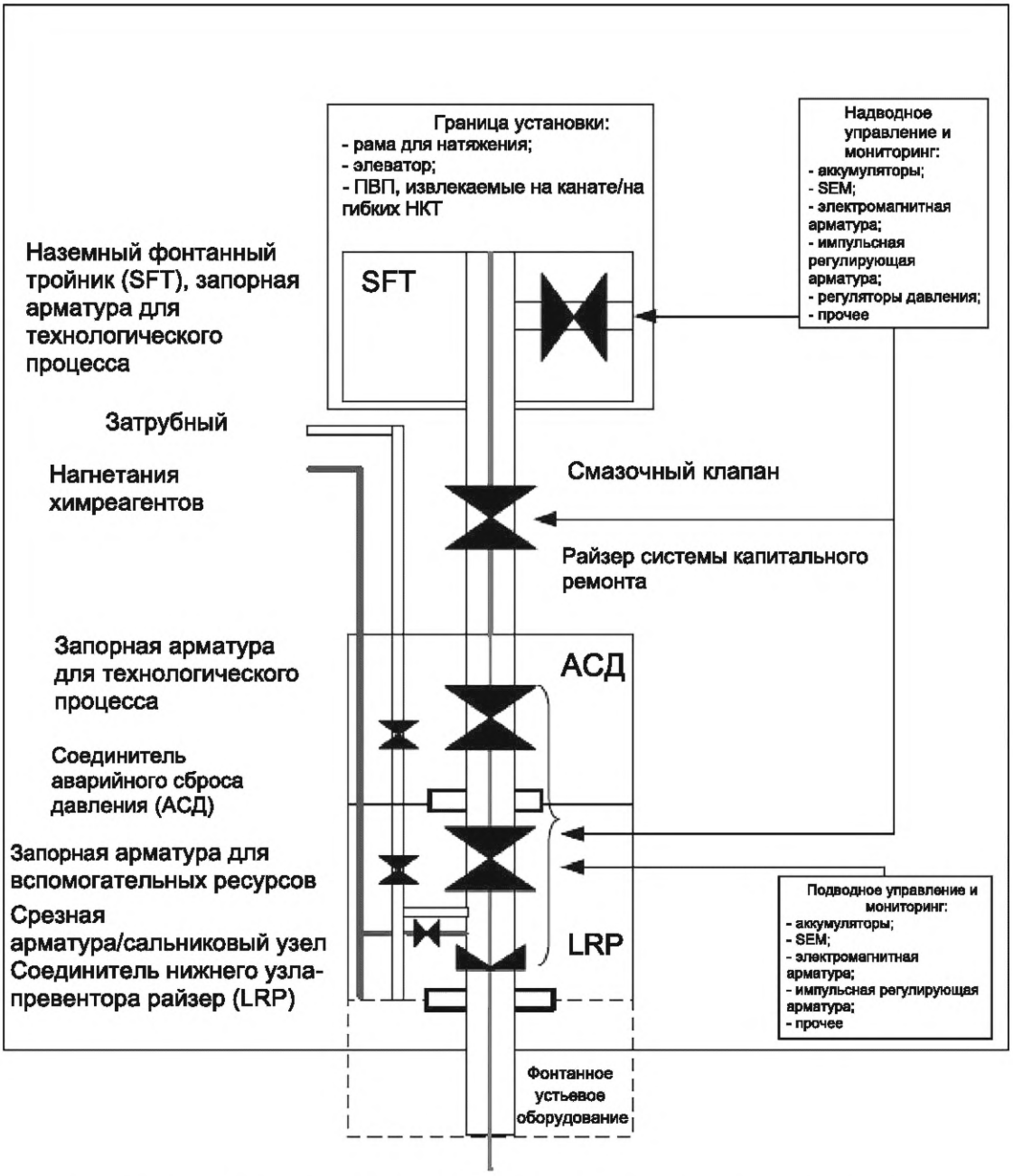


Рисунок А.43 — Определение границ. Подводные ГТМ, выполняемые в открытой воде

Следует обратить внимание на следующие комментарии к рисунку выше:

1) пунктирные линии показывают оборудование, которое не входит в состав границ. Необходимо отметить, что только часть границы установки включена в данный класс оборудования (см. таблицу А.131). Другие части попадают в класс оборудования «Наземное противовыбросовое оборудование» (см. А.2.9.1);

2) рисунок приведен исключительно для наглядности и не содержит всех элементов, перечисленных в таблице А.131;

3) как правило, запорная арматура для технологического процесса находится под соединителем АСД. Арматура основного отверстия, расположенная над соединителем АСД, называется «стопорная»;

4) на рынке существует несколько типов конфигурации систем управления, например с прямым гидравлическим, электрогидравлическим управлением;

5) запорная арматура для технологического процесса АСД/блока контроля устьевого давления может быть арматурой с колонным индикатором, стопорной или регулирующей арматурой. Следует отметить, что среди требований к запорной арматуре для технологического процесса может быть возможность отсечения;

6) срезная арматура/сальниковый узел, как правило, представляет собой срезающую плашку (плашку с уплотнением);

7) качка, как правило, устраняется с помощью компенсатора вертикальной качки элеватора, или верхнего привода, или крана, оснащенного системой компенсации вертикальной качки. Положение и функция гладкого соединения подлежат уточнению;

8) следует отметить, что представленный в таблице А.4 класс оборудования «Райзер для бурения и заканчивания» включает в себя райзер для ремонта;

9) система управления ремонтом скважин (WOCS) отличается и должна быть проанализирована отдельно. Анализ проводят посредством ввода двух новых подвидов: «Надводное управление и мониторинг» и «Подводное управление и мониторинг», которые всегда связаны с таксономиями ГТМ. Не следует путать их с классом оборудования «Управление подводной добычей»;

10) предохранительное соединение (класс оборудования «Подводные трубопроводы») и силовое соединение (класс оборудования «Райзер с надводным расположением устья») могут отличаться от предохранительного и силового соединений системы капитального ремонта скважины (КРС).

Данные по оборудованию ПВП приведены в таблице А.132.

Таблица А.131 — Уровни оборудования. Подводные ГТМ, выполняемые в открытой воде

Вид оборудования	Подводные геолого-технические мероприятия: ГТМ, выполняемые в открытой воде					
Подвид	Блок контроля устьевого давления (WCP)	Система аварийного отсоединения (в дополнение к WCP)	Райзер системы капитального ремонта	Граница установки[a]	Надводное управление и мониторинг[b]	Подводное управление и мониторинг[b]
Единицы ТО	Запорная арматура для технологического процесса. Запорная арматура для вспомогательных ресурсов. Срезная арматура. Соединитель	Стопорная арматура. Запорная арматура для вспомогательных ресурсов. Соединитель. Спускная арматура	Силовое соединение системы КРС. Предохранительное соединение системы КРС. Натяжное соединение. Компенсатор вертикальной качки. Гладкое соединение. Вертлюг	Рама для натяжения. Граница элеватора	Электромагнитная арматура. Импульсная регулирующая арматура. АКБ (надводная). Гидравлическое соединение. Главный пост управления (надводная часть). Регулятор давления. Насос WOCS, включая привод. Низковольтный питающий/сигнальный соединитель. Панель аварийной остановки. Фильтр. Барабаны для тросов/кабелей. Система продувки. ИБП. ПА	Электромагнитная арматура. Импульсная регулирующая арматура. АКБ (подводная). Гидравлическое соединение. Шлангокабель для КРС. Подводный электронный модуль. Низковольтный питающий/сигнальный соединитель. Фильтр. ПА. Золотниковая арматура. Подводный насос с приводом. Подводные баки для гидравлической жидкости

[a] См. также класс оборудования «Наземное противовыбросовое оборудование» в А.2.9.1.

[b] Вместо класса «Управление подводной добычей» (см. А.2.6.1) WOCS временно берет на себя управление подводной фонтанной арматурой на время проведения подводных ГТМ. WOCS берет на себя постоянное управление SPS (например, для подводной фонтанной арматуры).

Таблица А.132 — Данные по оборудованию. Подводные ГТМ, выполняемые в открытой воде

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Тип установки	Следует указать	Полупогружная, буровое судно и т. д.	Средний
Система управления[a]	Система управления ГТМ	Прямое гидравлическое. Прямое электрогидравлическое. Мультиплексное электрогидравлическое	
[a] Является подуровнем, соответствует классификации оборудования, приведенной в таблице А.87 для класса оборудования «Управление подводной добычей».			

А.2.10 Судоходное оборудование

А.2.10.1 Подъемный механизм и система фиксации

Самоподъемные платформы, применяемые в нефтегазовой отрасли, можно поделить на две большие группы: самоподъемные буровые платформы и самоподъемные обслуживающие платформы.

Самоподъемные буровые платформы в основном используют в следующих целях:

- поисково-разведочное бурение;
- эксплуатационное бурение, заканчивание и ГТМ на подводной опорной плите;
- эксплуатационное бурение, заканчивание и ГТМ на буровой платформе.

Самоподъемные обслуживающие платформы в основном используют в следующих целях:

- размещение;
- подъем тяжелых грузов;
- инженерно-геологические изыскания.

Классификация по типу, уровни и данные по оборудованию подъемных механизмов и систем фиксации приведены в таблицах А.133, А.134, А.135 соответственно. Определение границ подъемных механизмов и систем фиксации приведено на рисунке А.44.

Таблица А.133 — Классификация по типу. Подъемный механизм и система фиксации

Класс оборудования (уровень 6)		Тип оборудования	
Описание	Код	Описание	Код
Подъемный механизм и система фиксации	JF	Опоры решетчатого типа	TL
		Колоннообразные опоры	CL

Таблица А.134 — Уровни оборудования. Подъемный механизм и система фиксации

Вид оборудования	Подъемный механизм и система фиксации					
Подвид	Подъемный механизм	Система фиксации	Конструкция опоры	Конструкция, прикрепляемая к корпусу	Управление и мониторинг	Прочее
Единицы ТО	Система смещения груза. Электродвигатель. Коробка передач. Шестерня. Частотно-управляемый привод. Тормоз. Система смазки	Зажимное устройство	Стойка. Раскос. Понтон. Зубчатая рейка. Система гидромониторного бурения. Система защиты от коррозии. Система смазки	Опорная конструкция подъемного механизма. Направляющие опор	Исполнительное устройство. Блок управления. Внутренний источник питания. Система мониторинга. Датчик. Арматура. Проводка. Трубопроводы. Уплотнения	Гидросиловая установка. Прочее

Таблица А.135 — Данные по оборудованию. Подъемный механизм и система фиксации

Наименование	Описание	Единица измерения или перечень кодов	Приоритет
Область применения	Следует указать	Поисково-разведочное бурение. Эксплуатационное бурение/заканчивание на подводной опорной плите. ГТМ на подводной опорной плите. Эксплуатационное бурение/заканчивание на буровой платформе. ГТМ на буровой платформе. Самоподъемная обслуживающая платформа для размещения. Самоподъемная обслуживающая платформа для подъема тяжелых грузов. Самоподъемная обслуживающая платформа для инженерно-геологических изысканий	Высокий
Безопасная грузоподъемность	Безопасная грузоподъемность	т	Средний
Аварийная грузоподъемность самоподъемной платформы	Аварийная грузоподъемность самоподъемной платформы	т	Низкий
Номинальная грузоподъемность самоподъемной платформы	Номинальная грузоподъемность самоподъемной платформы	т	Средний
Крутящий момент на вторичном валу	Крутящий момент на вторичном валу коробки передач	Н·м	
Число шестерен	Количество шестерен	Число	
Рабочая мощность	Рабочая мощность	кВт	
Скорость лебедки (максимальная нагрузка)	Скорость лебедки с максимальной нагрузкой	м/с	
Скорость лебедки (без нагрузки)	Скорость лебедки без нагрузки	м/с	Низкий
Частота вращения первичного вала	Частота вращения первичного вала	об/мин	
Частота вращения вторичного вала	Частота вращения вторичного вала	об/мин	
Крутящий момент при торможении	Крутящий момент при торможении	Н·м	
Тип рамы самоподъемной платформы	Тип рамы самоподъемной платформы	Стационарная, плавучая	Средний



Рисунок А.44 — Определение границ. Подъемный механизм и система фиксации

А.2.11 Вспомогательные ресурсы

Примеры в приложении А отсутствуют.

Примечание — Вспомогательные ресурсы могут включать в себя все: от отдельных видов оборудования (например, насосов) до более сложных систем (комплектных установок).

Пример — Система водяного пожаротушения, ОВиК, источник гидравлического питания и т. д.

В зависимости от области применения данные можно собирать на уровне отдельного класса, а оценивать надежность — путем расчета общей надежности комплекса вспомогательных ресурсов. Другой подход предусматривает сбор данных обо всей системе вспомогательного обслуживания технологического процесса в целом. Следует ввести таксономическое определение, которое будет определено и адаптировано к выбранному подходу.

А.2.12 Дополнительные системы

Примеры в приложении А отсутствуют.

Приложение В
(справочное)

Интерпретация и учет параметров отказов и технического обслуживания

В.1 Интерпретация отказов

При планировании сбора данных (см. 7.1.2 и В.2.6) следует учитывать существование нескольких видов отказа, например: полный выход из строя, ухудшение функционирования ниже допустимого уровня или недостаток в состоянии или характеристике объекта (начальный отказ), который может привести к возникновению функционального отказа, если не принять корректирующие меры.

Кроме того, возможно, будет полезным различать сбор данных о надежности и сбор данных о готовности, как указано ниже:

a) как правило, для сбора данных о надежности интерес представляют отказы, характерные для конкретного вида оборудования, т. е. физические отказы, которые могут возникнуть в рассматриваемом оборудовании и, как правило, требуют определенного восстановления (корректирующего ТО), которое необходимо зафиксировать;

b) для наблюдения на всем протяжении жизненного цикла оборудования необходимо регистрировать все фактические действия, совершенные в рамках ПТО, по аналогии с корректирующим ТО;

c) для сбора данных о готовности следует регистрировать все отказы, которые привели к простою оборудования. К таким отказам можно причислить простои, вызванные превышением технических ограничений при эксплуатации (например, реальные отключения) без физического отказа оборудования;

d) оценить интенсивность отказов можно даже в отсутствие отказов в период наблюдения путем анализа неполных данных (см. С.3.3). Таким образом, также может быть целесообразным регистрировать картину изменения характеристик надежности во времени в безотказные периоды функционирования оборудования.

Руководящие указания по этому вопросу приведены в таблице В.1, в которой различаются данные о надежности и дополнительные данные о готовности.

В приложении F, *ГОСТ IEC 61508-3* и *ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-4 — ГОСТ Р МЭК 61508-7* (см. также *[1]*) приведены руководящие указания в отношении того, что следует считать отказом оборудования систем безопасности. Это определение может быть связано с выходом из строя, ухудшением рабочих характеристик или с эксплуатацией вне допустимых пределов.

Не всегда можно обеспечить полное описание отказа до проведения корректирующих мер. В некоторых случаях (при начальных отказах) корректирующие меры можно отложить (например, ТО по возможности), и тогда может потребоваться регистрация даты обнаружения отказа и даты выполнения корректирующей меры. В целях анализа, как правило, используют дату выполнения корректирующей меры.

Таблица В.1 — Отказы, связанные с надежностью и готовностью

Тип отказа/ТО для записи	Надежность	Готовность
Отказы, требующие проведения определенного корректирующего ТО	Да	Да
Отказ, обнаруженный в процессе осмотра, испытания и/или ПТО и требующий ремонта или замены, как правило, комплектующих, не входящих в перечень быстроизнашивающихся деталей (уплотнения, подшипники, рабочие колеса и т. д.)		
Отказ защитных устройств или устройств управления/мониторинга, для устранения которого необходимо выполнить аварийный останов (отключение) или уменьшить пропускную способность объекта до указанных пределов		
Аварийный останов (отключение) объекта (выполняемый автоматически или вручную), вызванный условиями окружающей среды или ошибкой оператора, при этом физический отказ объекта не выявлен	Нет	Да
Отказ оборудования, вызванный внешними факторами (например, отсутствие электропитания, структурное воздействие и т. д.)		
Периодическая замена расходных материалов и нормально изнашиваемых частей		Нет
Несущественное запланированное ТО, например: регулировка, смазочные работы, очистка, замена масла, замена или очистка фильтра, покраска и т. д.		Да
Испытание и осмотр		
Активация «по запросу»	Да	

Окончание таблицы В.1

Тип отказа/ТО для записи	Надежность	Готовность
Предупредительное или запланированное ТО[a]	Да/нет	Да
Модификация, новая рабочая тема, модернизация[b]	Нет	Да/нет

[a] Для наблюдения на всем протяжении жизненного цикла оборудования важно регистрировать все фактические действия, совершенные в рамках ПТО. Можно этого не делать, если необходимо зарегистрировать только отказы.

[b] Модификация, как правило, не относится к ТО, но ее часто проводит персонал по ТО.

В.2 Учет параметров отказов и технического обслуживания

В.2.1 Общие сведения

В целях ограничения размера базы данных и облегчения анализа данных рекомендуется по мере возможности использовать информацию в виде кодов. Недостатком использования кодов является вероятность потери потенциально полезной информации, а также то, что при выборе неправильных кодов утрачивается информативность данных. Наличие чрезмерно большого числа кодов может приводить к путанице и наложению кодов друг на друга. Причем если кодов слишком мало, то их будет недостаточно для описания той области, которую они должны освещать. Для получения достоверной информации необходимо соблюдать единообразие в определении и интерпретации кодов.

Во всех случаях рекомендуется дополнять кодировку возможностью внесения произвольного текста, чтобы улучшить интерпретацию отдельных событий как в целях повышения качества данных перед их внесением в базу данных, так и для последующего подробного анализа отдельных записей (например, событий отказов).

В настоящем разделе представлен способ классификации кодов, который доказал свою эффективность при сборе данных по НиТО в нефтяной и газовой промышленности и востребован в отношении аналогичных классов оборудования в нефтехимической промышленности. Для некоторых классов оборудования и/или конкретных областей применения могут потребоваться вспомогательные коды.

Используют метод представления информации об отказах (см. 7.1.2) с регистрацией времени и даты отказа, а также с подробными сведениями о виде отказа (см. В.2.6), механизме отказа (см. В.2.2) и причине отказа (основной причине) (см. В.2.3). Кроме того, следует регистрировать метод обнаружения (см. В.2.4) и работы по ТО (см. В.2.5). В тех случаях, когда это осуществимо практически, следует использовать коды, указанные в таблицах В.2 и В.3, и дополнительно при необходимости произвольный текст.

Следует различать механизм отказа и вид отказа.

Виды отказов представлены в таблицах с В.6—В.14 для оборудования, приведенного в таблице А.4. В таблице В.15 кратко представлены все виды отказов.

Предпочтительнее использовать уточненные коды механизмов и причин отказов, например номера 1.1, 1.2 и т. д., вместо кодов отказа общих категорий, например 1 и т. д. (см. таблицы В.2 и В.3).

Взаимосвязь между видом отказа, механизмом отказа, причиной отказа и разными таксономическими уровнями показана в таблице 3.

В.2.2 Механизм отказа

Механизм отказа — это физический, химический или иной процесс (или сочетание процессов), который приводит к отказу. Данная характеристика события является отказом, который можно установить технически, т. е. это очевидная, наблюдаемая причина отказа. Основная(ые) причина(ы) механизма отказа указана(ы) в виде кода, когда это возможно (настоящим стандартом рекомендовано выделить для этого отдельное поле).

Коды механизма отказа в основном связаны с одной из указанных ниже основных категорий типов отказов:

a) механические отказы;

b) отказы, связанные с изменениями в материале;

c) отказы КИП;

d) отказы электрооборудования;

e) воздействие внешних факторов;

f) прочее.

Данная классификация является достаточно обобщенной, поэтому рекомендуется использовать в рамках каждой категории более подробную классификацию, как показано в таблице В.2. Если информации недостаточно для использования уточненных кодов, можно применять общие коды, перечисленные выше. Из указанного следует, что для механических отказов более предпочтительными являются описательные коды, например под нумерацией 1.1, 1.2 и т. д., вместо кодов отказа общих категорий, например 1.0 и т. д. (см. таблицу В.2).

Как правило, механизм отказа относится к более низкому связанному уровню (подвиду или единице ТО). В практическом смысле механизм отказа представляет собой вид отказа на уровне единицы ТО.

Следует внимательно различать механизм отказа и вид отказа.

Пример — Зарегистрирована утечка углеводородных соединений в окружающую среду через арматуру, однако других причин не указано. В этом случае виду отказа следует присвоить код ELP (внешняя утечка технологической среды), а механизму отказа присвоить код «нет данных» («Н/д») (6.4) вместо кода утечки (1.1) (см. таблицу В.2).

Кроме того, механизм отказа связан с причиной отказа (см. В.2.3), при этом задача причины отказа в данном случае — выявить основную причину отказа.

Шесть категорий механизма отказа указаны в таблице В.2 вместе с уровнями и соответствующими кодами, которые используют в базе данных.

Таблица В.2 — Механизм отказа

Механизм отказа		Уровень механизма отказа		Описание механизма отказа
Числовой код	Обозначение	Числовой код	Обозначение	
1	Механический отказ	1.0	Общий отказ	Отказ, связанный с каким-то механическим дефектом, остальные подробности неизвестны
		1.1	Утечка	Внешняя и внутренняя утечки жидкостей или газов: если на уровне вида оборудования виду отказа присвоен код «утечка», по возможности следует указать механизм отказа с более четко выраженной причиной
		1.2	Вибрация	Ненормальная вибрация: если на уровне оборудования виду отказа присвоен код «вибрация», что является механизмом отказа с более четко выраженной причиной, по возможности следует зарегистрировать причину отказа (основную причину)
		1.3	Некорректный зазор/выравнивание	Отказ, вызванный некорректно отрегулированным зазором или неточным выравниванием
		1.4	Деформация	Искажение, сгибание, коробление, образование вмятин, прогибание, усадка, образование пузырей, ползучесть и т. д.
		1.5	Люфт	Разъединение, ненадлежащее соединение объектов
		1.6	Заедание	Заедание, защемление, заклинивание, не вызванное деформацией или некорректно отрегулированным зазором/неточным выравниванием
2	Отказ, связанный с изменениями в материале	2.0	Общий отказ	Отказ, связанный с дефектом материала, остальные подробности неизвестны
		2.1	Кавитация	Относится к такому оборудованию, как насосы, арматура, трубопроводы, сосуды и аппараты
		2.2	Коррозия	Все виды коррозии: влажная (электрохимическая) и сухая (химическая)
		2.3	Эрозия	Эрозионный износ
		2.4	Износ	Абразивное изнашивание и изнашивание при заедании, например образование задиров, царапин, истирание, разъедание
		2.5	Поломка	Слом, брешь, трещина
		2.6	Усталость	Если причину поломки можно отнести на счет усталости, следует использовать этот код
		2.7	Перегрев	Повреждение материала в результате перегрева/воспламенения

Продолжение таблицы В.2

Механизм отказа		Уровень механизма отказа		Описание механизма отказа
Числовой код	Обозначение	Числовой код	Обозначение	
		2.8	Взрыв	Взрыв, перегорание, детонация, схлопывание и т. д. объекта
3	Отказ КИП	3.0	Общий отказ	Отказ, связанный с КИП, остальные подробности неизвестны
		3.1	Отказ системы управления	Отсутствие либо неисправность управления
		3.2	Отсутствие сигнала/индикации/сигнализации	Отсутствие сигнала/индикации/сигнализации, когда они должны появляться
		3.3	Неисправность сигнала/индикации/сигнализации	Несоответствие сигнала/индикации/сигнализации и происходящего. Может быть ложным, непостоянным, колебательным, произвольным
		3.4	Неправильная регулировка	Погрешность поверки, уход значения параметра
		3.5	Ошибка ПО	Неисправность либо отсутствие управления/мониторинга/работы из-за ошибки ПО
		3.6	Отказы по общей причине/общего вида	Одновременно происходит отказ нескольких объектов КИП, например резервных пожарных извещателей и датчиков загазованности. Кроме того, отказы связаны с общей причиной
4	Отказы электрооборудования	4.0	Общий отказ	Отказы, связанные с энергоснабжением и электропередачей, остальные подробности неизвестны
		4.1	Короткое замыкание	Короткое замыкание цепи
		4.2	Обрыв цепи	Отсоединение, прерывание или обрыв провода/кабеля
		4.3	Отсутствие питания/напряжения	Отсутствие электропитания или недостаточное электропитание
		4.4	Неисправность питания/напряжения	Неисправность электропитания, например перенапряжение
		4.5	Неисправность заземления/нарушение герметичности	Повреждение заземления, низкое электрическое сопротивление
5	Воздействие внешних факторов	5.0	Общий отказ	Отказ, вызванный внешними факторами или объектами за пределами границ, остальные подробности неизвестны
		5.1	Остановка/засор	Ограничение (остановка) потока из-за образования осадка, загрязнения, обледенения, контроля потока (гидратообразование) и т. д. Ограничение (остановка) потока из-за образования осадка, загрязнения, обледенения, контроля потока, (гидратообразования), ухудшение теплообмена, образования накипи
		5.2	Загрязнение	Загрязнение жидкости/газа/поверхности, например: загрязненное смазочное масло, загрязненный чувствительный элемент датчиков загазованности

Окончание таблицы В.2

Механизм отказа		Уровень механизма отказа		Описание механизма отказа
Числовой код	Обозначение	Числовой код	Обозначение	
		5.3	Прочие внешние факторы	Инородные тела, внешние воздействия, воздействие окружающей среды, соседних систем
6	Прочее[a, b]	6.0	Общий отказ	Механизм отказа, не попадающий ни в одну из указанных выше категорий
		6.1	Причина не обнаружена	Отказ изучен, но причина не выявлена или не ясна
		6.2	Сочетание причин	Несколько причин: при наличии одной преобладающей причины ее следует указать
		6.3	Прочее	Невозможно применить код: следует использовать произвольный текст
		6.4	Н/д	Нет данных

[a] При наличии нескольких характеристик механизма отказа тот, кто собирает данные, должен решить, какая из них является наиболее важной, и попытаться не указывать коды 6.3 и 6.4.
[b] Человеческие ошибки не входят в перечень механизмов отказа, но относятся к причинам отказов.

В.2.3 Причина отказа

В.2.3.1 Общие сведения

Цель этих данных — последовательно установить исходное событие (основные причины), которое является причиной отказа объекта оборудования. Пять категорий причин отказа указаны в таблице В.3 вместе с уровнями и соответствующими кодами, которые используются в базе данных.

Выделяют следующие категории причин отказов:

a) причины, связанные с конструкцией;

b) причины, связанные с изготовлением/установкой;

c) отказы, связанные с эксплуатацией/ТО;

d) отказы, связанные с управлением;

e) прочее.

Что касается механизма отказа, причину отказа можно зарегистрировать на двух уровнях в зависимости от количества доступной информации. Если информации мало, доступна только обобщенная классификация, т. е. коды 1, 2, 3, 4 и 5. Уточненными кодами можно воспользоваться при наличии большего объема информации.

Как правило, в процессе наблюдения за отказом его причина точно неизвестна. Для выявления основной причины отказа можно прибегнуть к специальному анализу основной причины. В особенности это касается более сложных отказов, когда необходимо не допускать их из-за возможных последствий. Например, это отказы, которые могут иметь существенные последствия для безопасности или окружающей среды, ненормально высокая интенсивность отказов по сравнению со средним значением и отказы с высокой стоимостью ремонта.

Особое внимание следует уделить тому, чтобы не путать механизм отказа (описывающий очевидную, наблюдаемую причину отказа) и причину отказа (описывающую истинную или основную причину отказа).

Таблица В.3 — Причины отказов

Числовой код	Обозначение	Числовой код уровня	Уровень причины отказа	Описание причины отказа
1	Причины, связанные с конструкцией	1.0	Общий отказ	Несоответствующая конструкция или конфигурация оборудования (форма, размер, технология, ошибка проектирования, конфигурация, эксплуатационная пригодность, ремонтопригодность и т. д.), остальные подробности неизвестны
		1.1	Несоответствующие рабочие характеристики	Несоответствующие габариты/рабочие характеристики

Продолжение таблицы В.3

Числовой код	Обозначение	Числовой код уровня	Уровень причины отказа	Описание причины отказа
		1.2	Несоответствующий материал	Выбор несоответствующего материала
2	Причины, связанные с изготовлением/установкой	2.0	Общий отказ	Отказ, связанный с изготовлением или установкой, остальные подробности неизвестны
		2.1	Отказ, вызванный дефектом изготовления	Отказ, вызванный дефектом изготовления или обработки
		2.2	Отказ, вызванный неправильной установкой	Отказ, вызванный неправильной установкой или сборкой (кроме сборки после ТО)
3	Отказ, связанный с эксплуатацией/ТО	3.0	Общий отказ	Отказ, связанный с эксплуатацией/использованием или ТО оборудования, остальные подробности неизвестны
		3.1	Нерасчетное использование	Нерасчетные или нежелательные условия эксплуатации, например: эксплуатация компрессора вне оболочки, давление выше указанного в технических характеристиках и т. д.
		3.2	Ошибка оператора	Человеческая ошибка: ошибка, неправильное использование, небрежность, недосмотр и т. д. в процессе эксплуатации (например, по причине усталости человека)
		3.3	Ошибка ТО	Человеческая ошибка: ошибка, неправильное использование, небрежность, недосмотр и т. д. в процессе проведения ТО (например, по причине усталости человека)
		3.4	Ожидаемый износ	Ошибка, вызванная износом в результате нормальной эксплуатации вида оборудования
4	Отказ, связанный с управлением	4.0	Общий отказ	Отказ, связанный с управлением, остальные подробности неизвестны
		4.1	Ошибка в документации	Человеческая ошибка: отказ, связанный с процедурами, техническими характеристиками, чертежами, отчетностью и т. д. (например, по причине усталости человека)
		4.2	Ошибка управления	Отказ, связанный с планированием, организацией, обеспечением качества и т. д.
5	Прочее[a]	5.0	Прочее — общее	Причина отказа, не попадающая ни в одну из указанных выше категорий
		5.1	Причина не обнаружена	Отказ изучен, но конкретная причина не выявлена
		5.2	Одна причина	Одна причина/один вид[b]
		5.3	Сочетание причин	Одновременное воздействие нескольких причин. При преобладании одной из причин следует это указать
		5.4	Отказ другого оборудования/каскадный отказ	Отказ, вызванный отказом оборудования другого вида, подвида или единицы ТО оборудования (каскадный отказ)

Окончание таблицы В.3

Числовой код	Обозначение	Числовой код уровня	Уровень причины отказа	Описание причины отказа
		5.5	Прочее	Неприменим ни один из указанных выше кодов. Следует указать причину в формате произвольного текста
		5.6	Н/д	Нет данных, относящихся к причине отказа
[a] При наличии нескольких причин отказа тот, кто собирает данные, должен решить, какая из них является наиболее значимой, и попытаться не указывать коды 5.5 и 5.6. [b] Более подробную информацию см. в В.2.3.2 и F.3.2.				

В.2.3.2 Отказы по общей причине

Определения отказов по общей причине присутствуют в других стандартах, таких как *ГОСТ Р МЭК 61508-4* (см. также *[1]*). В сборе данных по НиТО следует учитывать такие отказы. Способ обращения с отказами по общей причине зависит от таксономического уровня (см. рисунок 3), на котором происходит сбор данных, и от уровня, на котором произошли отказы по общей причине. Если отказы по общей причине происходят на уровне сбора данных или на уровне выше, их следует регистрировать для каждого отдельного объекта. Однако необходимо выбрать только один объект, для которого будут описаны фактические данные по отказам. Такой объект должен быть поврежденным первым или значительнее других, если это возможно установить. В противном случае, объект выбирают произвольно. Что касается всех остальных неисправных объектов, в пункте причины отказа следует указать «по общей причине».

Например, если в результате изучения отказа подводного шлангокабеля выясняется, что все магнитные системы скомпонованы неправильно (ошибка конструкции) и данные собирались на уровне единицы ТО (в данном случае это отдельные линии шлангокабелей), то рекомендуется выполнить следующую процедуру: зарегистрировать отказ для каждой линии шлангокабелей, которая, как правило, состоит из питающей/сигнальной линий и гидравлических/химических линий. Только для одной из них следует указать причиной отказа ошибку конструкции. Для всех остальных необходимо зарегистрировать причину отказа в формате «по общей причине». На видах оборудования, используемых на верхнем строении, отказы по общей причине, как правило, происходят в приводах/приводимых установках или при параллельной конфигурации динамического оборудования. В этих случаях применяют описанный выше метод.

При наличии более одного отказа на любом уровне ниже уровня сбора данных следует регистрировать только один отказ. Однако эта запись будет указывать на то, что данный отказ затрагивает ряд оборудования на более низком иерархическом уровне. Если загрязненное смазочное масло ведет к повреждению нескольких подвидов, то для вида оборудования регистрируют только один отказ. Для неисправного подвида необходимо указать «несколько» или привести перечень затронутых подвидов.

Отказы, которые кажутся одновременными, могут происходить последовательно друг за другом, и тогда их не относят к отказам по общей причине (см. 3.2.14 *[1]*). Следовательно, следует регистрировать только первый (исходный) отказ. Примером этого служит неисправность насоса смазочного масла и последующий отказ подшипника, вызванный перегревом. В таком случае отказ следует регистрировать только для подвида системы смазки.

Информация об отказах по общей причине и их взаимосвязи с систематическими отказами приведена в F.3.2.

В.2.4 Метод обнаружения

Это метод или мероприятие, позволяющее обнаружить отказ. Данная информация крайне важна при оценке эффекта ТО, например для различения отказов, обнаруженных в ходе плановых действий (осмотр, ПТО) или случайно (случайное наблюдение). Девять категорий методов обнаружения указаны в таблице В.4 вместе с соответствующими кодами, которые используют в базе данных.

Таблица В.4 — Метод обнаружения

Номер	Обозначение[a]	Описание	Работы
1	Периодическое ТО	Отказ, обнаруженный в процессе ПТО, замены или капитального ремонта объекта в процессе реализации программы ПТО	Плановые работы
2	Функциональное испытание	Отказ, обнаруженный в результате активации целевой функции и сравнения ответа с предварительно определенным стандартом. Это один из традиционных методов обнаружения скрытых отказов	

Окончание таблицы В.4

Номер	Обозначение[a]	Описание	Работы
3	Осмотр	Отказ, обнаруженный при плановом осмотре, например в процессе визуальной проверки, неразрушающего контроля	
4	Периодическая оценка технического состояния[b]	Отказы, выявленные в процессе плановой оценки технического состояния заранее определенного вида отказа (выполняемого вручную или автоматически), например термография, измерение вибраций, анализ нефти, взятие проб	
5	Испытание под давлением[c]	Отказ, выявленный в ходе испытания под давлением	
6	Постоянный мониторинг технического состояния[b]	Отказы, выявленные в ходе постоянной оценки технического состояния заранее определенного вида отказа	Постоянный мониторинг
7	Вмешательство в технологический процесс добычи	Отказ, обнаруженный посредством сбоев, сокращения добычи и т. д.	
8	Случайное наблюдение	Случайное наблюдение в ходе проведения плановых регулярных или случайных проверок оператором, в основном, без применения специального оборудования (оценивается шум, запах, наличие дыма, утечек, внешний вид и т. д.)	Случайности
9	Корректирующее ТО	Отказ, выявленный в ходе проведения корректирующего ТО	
10	По запросу	Отказ, обнаруженный во время попытки активации вида оборудования по запросу (например, отсечная арматура не перекрывает линию по сигналу АО, невозможность запустить газовую турбину по запросу и т. д.)	
11	Прочее	Иной метод наблюдения и/или сочетание нескольких методов	Прочее

[a] Специальное обозначение для пожарных извещателей и датчиков загазованности, технологических датчиков и блоков управления с логической схемой. Коды, указанные выше, следует интерпретировать следующим образом:

- функциональное испытание: периодическое функциональное испытание;
- случайное наблюдение: полевое наблюдение;
- периодическая ОТС: ненормальное состояние, обнаруженное персоналом контроллерной (без оповещения о неисправности);
- постоянная ОТС: оповещение о неисправности в контроллерной (звуковая и/или световая сигнализация).

[b] ОТС предполагает использование специального оборудования и/или алгоритмов для оценки технического состояния оборудования в отношении заранее определенных видов отказов (следует отметить, что у испытания и осмотра коды различаются). ОТС можно поделить на следующие подпункты:

1) периодическая ОТС: периодическая ОТС включает использование таких способов, как термография, автономное измерение вибрации, анализы нефти, проверки настроек и взятие проб;

2) постоянная ОТС: постоянное наблюдение за технологическими параметрами и состоянием оборудования при помощи КИП, например оценка температуры, давления, потока, об/мин для выявления ненормальных условий эксплуатации.

[c] Испытание под давлением и функциональное испытание — это два разных типа испытаний с разными целями, направленных на выявление внешней или внутренней утечки, что также описано в F.4.

В.2.5 Работы по ТО

Двенадцать категорий работ по ТО указаны в таблице В.5 вместе с соответствующими кодами, которые используют в базе данных для корректирующего ТО и ПТО.

Таблица В.5 — Работы по ТО

Числовой код	Работы	Описание	Примеры	Применение[a]
1	Замена	Замена объекта новым или восстановленным объектом того же типа и модели	Замена изношенного подшипника	К, П

Окончание таблицы В.5

Числовой код	Работы	Описание	Примеры	Применение[a]
2	Ремонт	Выполняемая вручную работа по ТО, нацеленная на восстановление объекта до его первоначального вида или состояния	Смена набивки, сварка, установка пробки, подключение, восстановление и т. д.	К
3	Модернизация[b]	Замена, обновление или замена объекта или его части объектом/частью другого типа, модели, материала или конструкции	Установка фильтра с меньшим диаметром отверстий в сетке, замена насоса смазочного масла на насос другого типа, изменение конфигурации и т. д.	К, П
4	Регулировка	Исправление всего, что не соответствует установленным допускам	Выравнивание, настройка и повторная настройка, калибровка, балансировка	К, П
5	Переоборудование	Текущий ремонт/работы по ТО для возвращения объекта к допустимому внешнему виду (снаружи и внутри)	Полирование, очистка, шлифование, покраска, нанесение покрытия, смазки, замена масла и т. д.	К, П
6	Проверка[c]	Причина отказа изучается, но работы по ТО не выполняются или отложены. Возможность восстановления функциональности при помощи доступных мер, например перезапуска или сброса настроек	Перезапуск, сброс настроек, отсутствие работ по ТО и т. д. В особенности это касается функциональных отказов, например пожарных извещателей и датчиков загазованности, подводного оборудования	К
7	Обслуживание	Задачи периодического обслуживания: как правило, без демонтажа объекта	Например, очистка, пополнение расходных материалов, регулировка и поверка	П
8	Испытание	Периодическое испытание функциональности или рабочих характеристик	Функциональное испытание датчика загазованности, испытание расходомера на точность	П
9	Осмотр	Периодический(ая) осмотр/проверка: тщательная проверка объекта, выполняемая с демонтажем или без него, как правило, без применения специального оборудования	Все виды общих проверок, в том числе мелкий текущий ремонт в рамках осмотра	П
10	Капитальный ремонт	Капитальный ремонт в полном объеме	Комплексная проверка/капитальный ремонт с тщательным демонтажем и заменой объектов в соответствии с требованиями	К, П
11	Сочетание	Включает несколько видов указанных выше работ	Если один из видов работ является преобладающим, можно зарегистрировать именно его	К, П
12	Прочее	Не вошедшие в данный перечень работы по ТО	Например, меры обеспечения защиты	К, П

[a] К — как правило, применяют в корректирующем ТО; П — в ПТО.

[b] Модернизация не выделена в отдельную категорию ТО, однако часто ее выполняет персонал, подтвердивший квалификацию для проведения ТО. Модернизация может в значительной степени влиять на работу и надежность вида оборудования.

[c] Проверка включает в себя два типа ситуаций: когда причина отказа выявлена, но работы по ТО сочтены необязательными или невыполнимыми и когда обстоятельства возникновения отказа не удалось обнаружить.

Для корректирующего ТО данная информация описывает тип проведенных восстановительных работ. В целом при выполнении нескольких видов работ следует регистрировать в виде кода преобладающий вид восстановительной работы. Кодовые категории «ремонт», «замена», «капитальный ремонт» и «модернизация» должны иметь приоритет перед кодовыми категориями «переоборудование» и «регулировка» при сочетании этих двух категорий (например, ремонт, состоящий из ремонта и переоборудования, следует регистрировать как «ремонт»). При наличии нескольких видов ремонтных работ, ни один из которых не является преобладающим, можно использовать код «сочетание».

Под модернизацией понимается модернизация первоначального вида оборудования, когда первоначальная конструкция претерпевает изменения или исследуемый объект заменяется объектом другого(ой) типа/модели. В случае значительного масштаба модернизацию не считают работой по ТО, однако она может быть выполнена персоналом, отвечающим за ТО или совместно с ним. Ремонт означает работы по исправлению одного или нескольких отказов, как правило, осуществляемые на площадке. Капитальный ремонт предполагает комплексное устранение нескольких отказов, одного крупного отказа, требующего проведения многоплановых работ или полное обновление подвида оборудования. Как правило, подобное ТО проводят в мастерской.

При полной замене вида оборудования на новый и/или модернизированный рекомендуется сбросить параметры времени (например, наработку) для этого вида. Это не касается видов оборудования с низкой сложностью, когда полную замену в процессе ТО считают нормой.

Для ПТО данная информация описывает тип проводимых профилактических работ. В целом при выполнении нескольких видов работ следует регистрировать в виде кода преобладающий вид работ по ТО. В отсутствие преобладающего вида работ следует указать «сочетание» и дополнительную информацию по различным работам, перечислив их в поле произвольного текста при наличии.

Примечание — Данные коды ТО фактически отражают эффективность работ по ТО в отношении восстановления состояния объекта (например, «полностью восстановлен» или «с резко ухудшившимися характеристиками»).

B.2.6 Виды отказов

Виды отказов, как правило, относят к уровню класса оборудования в иерархии. Тем не менее для подводного оборудования рекомендуется также регистрировать виды отказов на более низких уровнях иерархии оборудования (например, на уровне «единицы ТО»). Виды отказов можно разделить на три типа:

a) требуемая функция не выполняется (например, отказ при пуске);

b) указанная функция утрачена или выходит за пределы допустимых рабочих характеристик (например, ложный останов, высокий результат);

c) наблюдается индикация отказа, однако он не оказывает мгновенных или критически значимых последствий на работоспособность вида оборудования (как правило, это относится к некритическим отказам, относящимся к небольшому ухудшению или начальному отказу, например начальный износ).

В таблице 3 следует также обратить внимание на то, что некоторые виды отказов могут быть применимы на других уровнях.

Виды отказов представлены в таблицах B.6—B.14 для основных категорий оборудования, приведенных в таблице A.4. В таблице B.15 содержится сводная информация обо всех видах отказов. Рекомендованные виды отказов приведены для каждой основной категории оборудования (см. также перечень оборудования в таблице A.4):

- динамическое (двигатели внутреннего сгорания, компрессоры, электрогенераторы, газовые турбины и т. д.);
- механическое (краны, теплообменники, нагревательные и котельные установки, резервуары высокого давления, резервуары нефтехранилища, трубопроводы и т. д.);
- электрическое (ИБП, силовые трансформаторы, частотные преобразователи и т. д.);
- обеспечения безопасности и управления (пожарные извещатели и датчики загазованности, устройства ввода, блоки управления с логической схемой, арматура, сопла и т. д.);
- подводное (управление подводной добычей, подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура, райзеры, подводные насосы и т. д.);
- для заканчивания скважин (надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура, забойные клапаны-отсекатели, электрические скважинные насосы и т. д.);
- буровое (ППВО, НПВП, верхние приводы и т. д.);
- для ГТМ (наземное противовыбросовое оборудование, подводные ГТМ: ГТМ, выполняемые в открытой воде и т. д.);
- судоходное (например, подъемный механизм и система фиксации).

В таблицах B.6—B.14 приведены рекомендованные виды отказов. Указанные в данных таблицах коды применимы к оборудованию, отмеченному «X». Сокращенные коды, предложенные для видов отказов, представлены в первой графе таблиц. Вид отказа «прочее» или «Н/д» используют при невозможности применения видов отказов. Наличие большого количества отказов, зарегистрированных с видом отказа «прочее», может привести в дальнейшем к появлению нового вида отказа в этих таблицах.

Следует отметить, что некоторые примеры применимы только к отдельным классам оборудования, приведенным в таблицах B.6—B.14. В таблице 3 необходимо также обратить внимание на то, что некоторые виды отказов могут быть применимы на других уровнях.

Таблица В.6 — Динамическое оборудование. Виды отказов

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	CE	CO	EG	EM	GT	PU	ST	TE
		Примеры	ДВС	Компрессоры	Электрогенераторы	Электродвигатели	Газовые турбины	Насосы	Паровые турбины	Турбодетандеры
AIR	Аномальное показание КИП	Ложное срабатывание аварийной сигнализации, неисправность индикации КИП	X	X	X	X	X	X	X	X
BRD	Повреждение	Значительное повреждение (защемление, поломка)	X	X	X	X	X	X	X	X
ERO	Ошибочный результат	Колебания, работа рывками, неустойчивость	X	X	—	X	X	X	X	X
ELF	Внешняя утечка (топливо)	Внешняя утечка подаваемого топлива/газа	X	—	—	—	X	—	X	—
ELP	Внешняя утечка (технологическая среда)	Нефть, газ, конденсат, вода	—	X	—	—	X	X	X	X
ELU	Внешняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	Смазочные вещества, охлаждающая жидкость	X	X	X	X	X	X	X	X
FTS	Отказ при пуске по запросу	Не запускается по запросу	X	X	X	X	X	X	X	X
HIO	Высокий результат	Завышенная скорость/результат выше допустимого уровня	X	X	—	X	X	X	X	X
INL	Внутренняя утечка	Внутренняя утечка технологической среды или среды вспомогательных ресурсов	X	X	—	—	X	X	X	X
LOO	Низкий результат	Подача/результат ниже допустимого уровня	X	X	X	X	X	X	X	X
NOI	Шум	Посторонний шум	X	X	X	X	X	X	X	X
OHE	Перегрев	Части машины, система выпуска, охлаждающая жидкость	X	X	X	X	X	X	X	X
PDE	Отклонение параметра	Отслеживаемый параметр превышает допустимые пределы, например сигнализатор высокого/низкого результата	X	X	X	X	X	X	X	X
PLU	Засор/запирание	Ограничение потока (ов)	X	X	—	—	X	X	X	X
SER	Несущественные эксплуатационные проблемы	Ненадлежащее соединение объектов, выцветание, грязь	X	X	X	X	X	X	X	X
STD	Конструкционные недостатки	Повреждения материала (трещины, износ, слом, коррозия)	X	X	X	X	X	X	X	X
STP	Отказ при останове по запросу	Не останавливается по запросу	X	X	X	X	—	—	—	—
OTH	Прочее	Виды отказов, не упомянутые выше	X	X	X	X	X	X	X	X
UNK	Н/д	Недостаточно информации для определения вида отказов	X	X	X	X	X	X	X	X
UST	Ложный останов	Неожиданный аварийный останов	X	X	X	X	X	X	X	X
VIB	Вибрация	Ненормальная вибрация	X	X	X	X	X	X	X	X

Таблица В.7 — Механическое оборудование. Виды отказов

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	CR	HE	HB	PI	VE	WI	TU	SW	TA
		Примеры	Краны	Теплообменники	Нагревательные и котельные установки	Трубопроводы	Резервуары ВД	Лебедки	Турели	Вертлюги	Резервуары нефтехранилища
AIR	Аномальное показание КИП	Ложное срабатывание аварийной сигнализации, неисправность индикации КИП	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BRD	Повреждение	Повреждение	X	—	—	—	—	—	—	—	—
ELP	Внешняя утечка (технологическая среда)	Нефть, газ, конденсат, вода	—	X	X	X	X	—		X	X
ELU	Внешняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	Смазочные вещества, охлаждающая жидкость, барьерное масло	X	X	X	X	X	X		X	X
FCO	Отказ подключения	Отказ подключения	—	—	—	—	—	—	X	X	—
IHT	Недостаточная теплопроводность	Теплопроводность отсутствует или слишком низкая	—	—	X	—	—	—	—	—	—
		Охлаждение/нагрев ниже допустимого уровня	—	X	—	—	X	—	—	—	X
INL	Внутренняя утечка	Внутренняя утечка технологической среды или среды вспомогательных ресурсов	X	X	X	X	—	—	—	X	X
FLP	Отказ в системе молниезащиты	Отказ в заземлении, недостаточная толщина крыши и т. д.	—	—	—	—	—	—	—	—	X
FRO	Отказ вращения	Отказ вращения	X	—	—	—	—	X	X	X	—
FTD	Отказ отключения	Отказ отключения верхнего соединителя	—	—	—	—	—	—	X	—	—
FTI	Отказ функционирования по прямому назначению	Общий отказ функционирования	X	—	—	—	—	—	X	X	—
FTS	Отказ при пуске по запросу	Отказ при пуске по запросу	X	—	—	—	—	X	—	—	—
LBP	Низкое давление подачи масла	Низкое давление подачи масла	—	—	—	—	—	—	—	X	—
LOA	Сброс нагрузки	Сброс нагрузки	X	—	—	—	—	X	—	—	—
LOB	Потеря плавучести	Потеря плавучести в нерабочем состоянии	—	—	—	—	—	—	X	—	X
LOO	Низкий результат	Производительность ниже технических характеристик	—	—	—	—	—	X	—	—	—

Окончание таблицы В.7

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	CR	HE	HB	PI	VE	WI	TU	SW	TA
		Примеры	Краны	Теплообменники	Нагревательные и котельные установки	Трубопроводы	Резервуары ВД	Лебедки	Турели	Вертлюги	Резервуары нефтехранилища
MOF	Отказ швартовных устройств	Отказ швартовных устройств	—	—	—	—	—	—	X	—	—
NOI	Шум	Избыточный шум	X	—	—	X	—	X	X	—	—
OHE	Перегрев	Перегрев	X	—	X	X	—	X		—	—
OTH	Прочее	Виды отказов, не упомянутые выше	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PDE	Отклонение параметра	Отслеживаемый параметр превышает допустимые пределы, например сигнализатор высокого/низкого результата	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PLU	Засор/запирание	Ограничение потока в результате загрязнения, попадания посторонних предметов, отложения парафинов и т. д.	—	X	X	X	X	—	—	X	X
PTF	Отказ электроснабжения/передачи сигнала	Отказ электроснабжения/передачи сигнала	—	—	—	X	—	—	—	X	—
SBU	Отложение металлической крошки	Отложение металлической крошки	—	—	—	—	X	—	—	—	X
SER	Незначительные эксплуатационные проблемы	Ненадлежащее соединение объектов, выцветание, грязь	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SLP	Проскальзывание	Проскальзывание каната	X	—	—	—	—	X	—	—	—
SPO	Ложное срабатывание	Неожиданное срабатывание	X	—	—	—	—	X	—	—	—
STD	Конструкционные недостатки	Повреждения материала (трещины, износ, слом, коррозия)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
STP	Отказ при останове по запросу	Отказ при останове по запросу	—	—	—	—	—	X	—	—	—
UNK	Н/д	Недостаточно информации для определения вида отказов	X	X	X	X	X	X	X	X	X
VIB	Вибрация	Избыточная вибрация	X	—	—	X	—	X	—	—	—

Таблица В.8 — Электрооборудование. Виды отказов

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	UP	PT	FC	SG
		Примеры	Источник бесперебойного питания	Силовые трансформаторы	Частотные преобразователи	Распределительное устройство
AIR	Аномальное показание КИП	Неправильная индикация уровня масла, ложное срабатывание аварийной сигнализации, неисправность индикации КИП	—	X	X	—
BRD	Повреждение	Существенное повреждение	—	—	X	—
DOP	Задержка срабатывания	Замедленная реакция на запросы	—	—	X	—
ELU	Внешняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	Утечка масла, смазочных веществ, охлаждающей жидкости	—	X	X	X
ERO	Ошибочный результат	Колебания, работа рывками, неустойчивость	X	—	X	—
FOF	Неправильная частота выходного напряжения	Неправильная/неустойчивая частота	X	—	—	—
FOV	Неправильное выходное напряжение	Неправильное/неустойчивое выходное напряжение	X	X	—	—
FTC	Отказ при замыкании по запросу	Автоматический выключатель/предохранитель выключателя/разъединитель/секционный выключатель не срабатывает (не замыкает цепь) по запросу	—	—	—	X
FTF	Отказ выполнения функции по запросу	Не запускается по запросу, не отвечает на сигнал/активацию или не отвечает на входные запросы	X	X	X	—
		Вспомогательная функция, подсистема, устройство мониторинга или контроля не срабатывает по запросу	—	—	—	X
FTI	Отказ функционирования по прямому назначению	Неожиданный ответ	—	—	X	—
		Защитное устройство/автоматический выключатель/выключатель не устраняет замыкание в цепи	—	—	—	X
FTO	Отказ при размыкании по запросу	Автоматический выключатель/предохранитель выключателя/разъединитель/секционный выключатель не размыкает цепь по запросу	—	—	—	X
FTR	Отказ регулирования	Неисправность управления нагрузкой, слабый отклик на обратную связь	—	—	X	—
HIO	Высокий результат	Завышенная скорость/результат выше допустимого уровня	—	—	X	—

Окончание таблицы В.8

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	UP	PT	FC	SG
		Примеры	Источник бесперебойного питания	Силовые трансформаторы	Частотные преобразователи	Распределительное устройство
INL	Внутренняя утечка	Утечка масла, внутренняя утечка технологической среды или среды вспомогательных ресурсов	—	X	X	—
LOO	Низкий результат	Подача/результат ниже допустимого уровня	—	—	X	—
NOI	Шум	Посторонний шум	—	—	—	X
OHE	Перегрев	Части машины, система выпуска, охлаждающая жидкость	X	X	X	—
OHE	Перегрев	Чрезмерно высокая внутренняя температура	—	—	—	X
OTH	Прочее	Виды отказов, не упомянутые выше	X	X	X	X
PDE	Отклонение параметра	Отслеживаемый параметр превышает допустимые пределы, например сигнализатор высокого/низкого результата	X	X	X	—
PLU	Засор/запирание	Засор трубопровода	—	X	—	—
SER	Незначительные эксплуатационные проблемы	Ненадлежащее соединение объектов, выцветание, грязь	X	X	X	—
SPO	Ложное срабатывание	Непостоянное размыкание или замыкание цепи, непреднамеренное срабатывание	—	—	—	X
		Неожиданное срабатывание	X	—	X	—
STD	Конструкционные недостатки	Разрыв резервуара	—	X	—	—
UNK	Н/д	Недостаточно информации для определения вида отказов	X	X	X	X
UST	Ложный останов	Неожиданный аварийный останов	—	—	X	—
		Непреднамеренное размыкание цепи	—	—	—	X
VIB	Вибрация	Аномальная вибрация	—	—	—	X

Таблица В.9 — Оборудование обеспечения безопасности и управления. Виды отказов

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	FGA	FGB	IP	CL	VA	NO	LB
		Примеры	Обнаружение пожара	Обнаружение газа	Устройства ввода	Блоки управления с логической схемой	Арматура	Сопла	Спасательные шлюпки
AIR	Аномальное показание КИП	Ложное срабатывание аварийной сигнализации, неисправность индикации КИП	—	—	—	—	X	—	X
BRD	Повреждение	Повреждение, значительное повреждение (защемление, поломка) и/или сильная утечка технологической среды	—	—	—	—	—	—	X
DOP	Задержка срабатывания	Время открытия/закрытия не соответствует техническим характеристикам	—	—	—	—	X	X	X
ELP	Внешняя утечка (технологическая среда)	Нефть, газ, конденсат, вода	—	—	X	—	X	—	—
ELU	Внешняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	Гидравлическое масло, смазочное масло, барьерное масло, охлаждающая жидкость, вода и т. д.	—	—	X	—	X	—	X
ERO	Ошибочный результат	Колебания, работа рывками, неустойчивость	X	X	X	X	—	—	—
FTC	Отказ при закрытии по запросу	Не закрывается по запросу	—	—	—	—	X	—	—
FTF	Отказ выполнения функции по запросу	Не отвечает на сигнал/активацию	X	X	X	X	—	—	X
FTO	Отказ при открытии по запросу	Не открывается по запросу, заклинивает в закрытом положении или открывается не полностью	—	—	—	—	X	X	
FTS	Отказ при пуске по запросу	Не запускается по запросу	—	—	—	—	—	—	X
HIO	Высокий результат	Завышенная скорость/результат выше допустимого уровня	X	X	X	X	X	—	—
INL	Внутренняя утечка	Внутренняя утечка технологической среды или среды вспомогательных ресурсов	—	—	—	—	X	—	X
LCP	Утечка в закрытом положении	Утечка через арматуру в закрытом положении	—	—	—	—	X	—	—
LOA	Сброс нагрузки	Непреднамеренный сброс/спуск спасательной шлюпки на воду	—	—	—	—	—	—	X
LOO	Низкий результат	Подача/результат ниже допустимого уровня	X	X	X	X	X	—	X

Продолжение таблицы В.9

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	FGA	FGB	IP	CL	VA	NO	LB
		Примеры	Обнаружение пожара	Обнаружение газа	Устройства ввода	Блоки управления с логической схемой	Арматура	Сопла	Спасательные шлюпки
NOI	Шум	Посторонний или избыточный шум	—	—	—	—	X	—	X
NOO	Отсутствие результата	Отсутствие результата	X	X	X	—	—	—	—
OHE	Перегрев	Части машины, система выпуска, охлаждающая жидкость и т. д.	—	—	—	—	—	—	X
OTH	Прочее	Виды отказов, не упомянутые выше	X	X	X	—	X	X	X
PLU	Засор/запирание	Частичное или полное ограничение потока	—	—	—	—	X	X	—
POW	Недостаточная мощность	Чрезмерно низкое электропитание или его отсутствие	—	—	—	—	—	—	X
PTF	Отказ электроснабжения/передачи сигнала	Отказ электроснабжения/передачи сигнала	—	—	—	—	—	—	X
SER	Незначительные эксплуатационные проблемы	Ненадлежащее соединение объектов, выцветание, грязь	X	--	X	X	X	X	X
SHH	Ложный верхний предел сигнализатора	Например, 60 % от НКПРП	X	X	—	—	—	—	—
SLL	Ложный нижний предел сигнализатора	Например, 20 % от НКПРП	X	X	—	—	—	—	—
SLP	Проскальзывание	Проскальзывание каната	—	—	—	—	—	—	X
SPO	Ложное срабатывание	Например, ложное срабатывание аварийной сигнализации	X	X	X	X	—	—	—
		Нежелательное открытие	—	—	—	—	—	X	—
STD STP	Конструкционные недостатки. Отказ при останове по запросу	Не работает в соответствии с запросами, ложное срабатывание аварийной сигнализации, преждевременное закрытие/останов, неожиданное срабатывание/не работает в соответствии с запросами	—	—	—	—	X	—	X
		Повреждения материала (трещины, износ, слом, коррозия), сниженная целостность	—	—	—	—	X	X	X
		Не останавливается по запросу	—	—	—	—	—	—	X

Окончание таблицы В.9

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	FGA	FGB	IP	CL	VA	NO	LB
		Примеры	Обнаружение пожара	Обнаружение газа	Устройства ввода	Блоки управления с логической схемой	Арматура	Сопла	Спасательные шлюпки
UNK	Н/д	Недостаточно информации для определения вида отказов	X	X	X	X	X		X
UST	Ложный останов	Неожиданный аварийный останов	—	—	—	—	—	—	X
VIB	Вибрация	Ненормальная/избыточная вибрация	—	—	—	—	X	—	X
VLO	Предельно низкий результат	Например, показание нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПРП) в пределах от 11 % до 30 % согласно анализу газа	—	X	—	—	—	—	—

Примечания

1 Классификация отказов для пожарных извещателей и датчиков загазованности. Для пожарных извещателей и датчиков загазованности следует регистрировать все отказы, в том числе отказы, обнаруженные во время проведения плановых испытаний и во время работы, например необходимо регистрировать замену чувствительного элемента датчика, даже если эта замена выполнялась в рамках программы ПТО. Выделяют следующие стандартные виды отказов:

- отказ функционирования. Датчик не реагирует на соответствующие стимулы (например, газ или жару). Данный вид отказа, как правило, наблюдается в процессе функционального испытания;
- ложное срабатывание. Датчик выдает сигнал аварийного состояния, хотя не получает соответствующих стимулов. Данный вид отказа, как правило, наблюдается в процессе эксплуатации и регистрируется персоналом контроллерной;
- прочее. Кроме того, некоторые виды отказов, относящиеся к высокому/низкому результату, регулировкам и капитальному ремонту, как правило, заносят в оперативный журнал.

2 Классификация отказов для датчиков загазованности.

Высокий результат: например, показание в пределах от 10 % до 20 % НКПРП без проведения анализа газа; показание свыше 80 % НКПРП согласно анализу газа.

Низкий результат: например, показание в пределах от 31 % до 50 % НКПРП согласно анализу газа (с учетом уставки на уровне 65 % НКПРП).

Предельно низкий результат: например, показание в пределах от 11 % до 30 % НКПРП согласно анализу газа.

Отсутствие результата: например, показание ниже 10 % НКПРП согласно анализу газа.

Таблица В.10 — Подводное оборудование. Виды отказов

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	CS	XT	SP	PR	EPD	SV	SL
		Примеры	Управление подводной добычей	Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура	Подводные насосы	Райзеры	Подводное распределение электроэнергии	Подводные резервуары под давлением	Подводные трубопроводы
AIR	Аномальное показание КИП	Ложное срабатывание аварийной сигнализации, неисправность индикации КИП	X		X	—	X	X	X
BRD	Повреждение	Повреждение, значительное повреждение (защемление, поломка) и/или сильная утечка технологической среды	—	—	—	—	X	—	—
CSF	Отказ управления/сигнала	Некорректный мониторинг или управления либо их отсутствие, отказ при передаче или получении запросов или данных, отказ при активации функции	X	—	—	—	X	—	—
DOP	Задержка срабатывания	Время открытия/закрытия не соответствует техническим характеристикам	—	X	—	X	—	—	X
ELP	Внешняя утечка (технологическая среда)	Нефть, газ, конденсат, вода	X	X	X	X	—	X	X
ELU	Внешняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	Гидравлическое масло, смазочное масло, барьерное масло, охлаждающая жидкость, вода и т. д.	X	X	X	X	X	X	X
FCO	Отказ подключения	Отказ подключения соединителя	—	X	X	—	X	X	—
FTC	Отказ при закрытии по запросу	Не закрывается по запросу	—	X	—	—	—	—	X
FTD	Отказ отключения	Отказ отключения соединителя	—	X	X	—	X	X	
FTF	Отказ выполнения функции по запросу	Не отвечает на сигнал/активацию	X	—	X	—	—	—	X
FTL	Отказ блокировки/разблокировки	Не блокирует и не разблокирует по запросу, отказ подключения или отключения, отказ спуска SCM с его опоры	X	X	—	—	—	—	X
FTO	Отказ при открытии по запросу	Не открывается по запросу	—	X	—	—	—	—	X
HIO	Высокий результат	Завышенная скорость/результат выше допустимого уровня	—	—	X	—	—	—	—
HTF	Отказ при нагреве	Потеря способности нагрева	—	—	—	—	—	—	X

Продолжение таблицы В.10

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	CS	XT	SP	PR	EPD	SV	SL
		Примеры	Управление подводной добычей	Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура	Подводные насосы	Райзеры	Подводное распределение электроэнергии	Подводные резервуары под давлением	Подводные трубопроводы
IHT	Недостаточная теплопроводность	Отсутствие или сниженная теплопроводность от зон высокой температуры, например от силовых трансформаторов или электрооборудования	—	—	—	—	X	X	—
ILP	Внутренняя утечка (технологическая среда)	Технологическая среда (утечка) проходит по теплообменным змеевикам или аналогичная ситуация.	—	—	—	—	—	X	—
ILU	Внутренняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	Внутренняя утечка среды вспомогательных ресурсов	X	X	X	X	X	X	X
LCP	Утечка в закрытом положении	Утечка через арматуру в закрытом положении	—	X	—	X	—	—	X
LOO	Низкий результат	Подача/результат ниже допустимого уровня. Подача/результат/крутящий момент/рабочие характеристики ниже допустимого уровня	X	—	X		X	—	—
OTH	Прочее	Виды отказов, не упомянутые выше	X	X	X	X	X	X	X
PDE	Отклонение параметра	Отслеживаемый параметр превышает допустимые пределы, например сигнализатор высокого/низкого результата	—	—	—	—	—	X	—
PLU	Засор/запирание	Частичное или полное ограничение потока	—	X	—	X	—	X	X
POW	Недостаточная мощность	Чрезмерно низкое электропитание или его отсутствие	X	X	—	—	X	—	X
SER	Незначительные эксплуатационные проблемы	Ненадлежащее соединение объектов, выцветание, грязь	—	—	—	—	—	X	—
SET	Отказ установки/извлечения	Отказ при выполнении установки/извлечения	X	X	X	—	X	X	X
SPO	Ложное срабатывание	Не работает в соответствии с запросами, ложное срабатывание аварийной сигнализации, преждевременное закрытие/останов, неожиданное срабатывание/не работает в соответствии с запросами	X	X	X	—	X	—	X
STD	Конструкционные недостатки	Повреждения материала (трещины, износ, слом, коррозия). Повреждения материала (трещины, износ, слом, коррозия, распад)	—	X	—	X	X	X	X

Окончание таблицы В.10

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	CS	XT	SP	PR	EPD	SV	SL
		Примеры	Управление подводной добычей	Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура	Подводные насосы	Райзеры	Подводное распределение электроэнергии	Подводные резервуары под давлением	Подводные трубопроводы
UBU	Общая потеря устойчивости	Смятие в вертикальной или боковой плоскости	—	—	—	—	—	—	X
UNK	Н/д	Недостаточно информации для определения вида отказов	—	—	—	—	X	X	X
Примечание — Несмотря на отсутствие в настоящем стандарте соответствующего требования рекомендуется также регистрировать виды отказов подводного оборудования на более низких иерархических уровнях, например на уровне единицы ТО.									

Таблица В.11 — Оборудование для заканчивания скважин. Виды отказов

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	ESP	SS	XD
		Примеры	Электрические скважинные насосы	Забойные клапаны-отсекатели	Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура
AIR	Ненормальное показание КИП	Ложное срабатывание аварийной сигнализации, неисправность индикации КИП	X	—	—
BRD	Повреждение	Значительное повреждение (защемление, поломка)	X	—	—
CLW	Трубопровод от линии управления к скважине	Попадание жидкостей гидравлической системы управления в скважину	—	X	—
ELP	Внешняя утечка (технологическая среда)	Нефть, газ, конденсат, вода. Утечка технологической среды в окружающую среду	X	—	X
ELU	Внешняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	Смазочные вещества, охлаждающая жидкость, гидравлическое масло, метанол и т. д.	X	—	X
ERO	Ошибочный результат	Колебания, работа рывками, неустойчивость	X	—	—

Продолжение таблицы В.11

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	ESP	SS	XD
		Примеры	Электрические скважинные насосы	Забойные клапаны-отсекатели	Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура
FTC	Отказ при закрытии по запросу	Не закрываются по запросу. Арматура/клапан(ы) не закрывается(ются) по запросу	—	X	X
FTF	Отказ выполнения функции по запросу	Не отвечает на сигнал/активацию	X	—	—
FTO	Отказ при открытии по запросу	Не открывается по запросу. Арматура/клапан(ы) не открывается(ются) по запросу	—	X	X
FTS	Отказ при пуске по запросу	Не запускается по запросу	X	—	—
HIO	Высокий результат	Завышенная скорость/результат выше допустимого уровня	X	—	—
ILP	Внутренняя утечка (технологическая среда)	Внутренняя утечка технологической среды	—	—	X
ILU	Внутренняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	Внутренняя утечка среды вспомогательных ресурсов	X	—	X
INL	Внутренняя утечка	Внутренняя утечка технологической среды или среды вспомогательных ресурсов	X	—	—
LCP	Утечка в закрытом положении	Утечка через арматуру превышает допустимое значение в закрытом состоянии	—	X	—
LOO	Низкий результат	Подача/результат ниже допустимого уровня	X	—	—
OHE	Перегрев	Части машины, система выпуска, охлаждающая жидкость	X	—	—
OTH	Прочее	Виды отказов, не упомянутые выше. Следует указать информацию в поле для комментариев	X	X	X
PCL	Преждевременное закрытие	Ложное закрытие арматуры без соответствующего запроса	—	X	—
PDE	Отклонение параметра	Отслеживаемый параметр превышает допустимые пределы, например сигнализатор высокого/низкого результата	X	—	—
PLU	Засор/запирание	Частичное или полное ограничение потока в результате гидратообразования, нагарообразования, отложения парафинов и т. д.	X	—	X
SPO	Ложное срабатывание	Не работает в соответствии с запросами, нежелательное открытие/закрытие арматуры	X	—	X

Окончание таблицы В.11

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	ESP	SS	XD
		Примеры	Электрические скважинные насосы	Забойные клапаны-отсекатели	Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура
STD	Конструкционные недостатки	Повреждения материала (трещины, износ, слом, коррозия). Сниженная целостность	X	—	X
UNK	Н/д	Недостаточно информации для определения вида отказов	X	X	X
UST	Ложный останов	Неожиданный аварийный останов	X	—	—
VIB	Вибрация	Аномальная вибрация	X	—	—
WCL	Трубопровод от скважины к линии управления	Попадание скважинного флюида в линию, управляемую арматурой	—	X	—

Таблица В.12 — Буровое оборудование. Виды отказов

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	TD	SB	DB
		Примеры	Верхние приводы	ППВП	НПВП
AIR	Ненормальное показание КИП	Ложное срабатывание аварийной сигнализации, неисправность индикации КИП	X	X	X
ELP	Внешняя утечка (технологическая среда)	Скважинный флюид	—	X	X
ELU	Внешняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	Гидравлическое масло, смазочное масло, охлаждающая жидкость, буровой раствор, вода и т. д.	X	X	X
ERO	Ошибочный результат	Неустойчивая/нестабильная работа	X	X	X
FCO	Отказ подключения	Отказ подключения соединителя	—	X	X
FCU	Отказ при срезании	Срезная арматура не может срезать оборудование	—	X	X
FTC	Отказ при закрытии по запросу	Не закрывается по запросу	—	X	X
FTD	Отказ отключения	Отказ отключения соединителя	—	X	X

Окончание таблицы В.12

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	TD	SB	DB
		Примеры	Верхние приводы	ППВП	НПВП
FTF	Отказ выполнения функции по запросу	Не отвечает на сигнал/активацию (например, отказ при срезании)	—	X	X
FTO	Отказ при открытии по запросу	Не открывается по запросу	—	X	X
FTS	Отказ при пуске по запросу	Отказ при пуске верхнего привода	X	—	—
HIO	Высокий результат	Крутящий момент на вторичном валу выше технических характеристик	X	—	—
INL	Внутренняя утечка	Внутренняя утечка технологической среды или среды вспомогательных ресурсов	X	X	X
LCP	Утечка в закрытом положении	Утечка через арматуру (например, арматуру плунжерного типа) в закрытом положении	—	X	X
LOO	Низкий результат	Крутящий момент на вторичном валу ниже технических характеристик	X	—	—
NOI	Шум	Избыточный шум	X	—	—
OHE	Перегрев	Перегрев	X	—	—
OTH	Прочее	Виды отказов, не упомянутые выше	X	X	X
PLU	Засор/запирание	Засор штуцерной линии и линии глушения скважины	—	X	X
POD	Выход из строя обоих коллекторов	Оба коллектора работают некорректно	—	X	—
SET	Отказ установки/извлечения	Отказ при выполнении установки/извлечения	—	X	X
SER	Незначительные эксплуатационные проблемы	Ненадлежащее соединение объектов, выцветание, грязь	X	X	X
SPO	Ложное срабатывание	Неожиданное срабатывание	X	X	X
STD	Конструкционные недостатки	Повреждения материала (трещины, износ, слом, коррозия)	X	X	X
STP	Отказ при останове по запросу	Отказ при останове верхнего привода или некорректная остановка технологического процесса	X	—	—
UNK	Н/д	Недостаточно информации для определения вида отказов	X	X	X
VIB	Вибрация	Избыточная вибрация	X	—	—

Таблица В.13 — Оборудование для ГТМ. Виды отказов

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	WC	OI
		Примеры	Наземное противовыбросовое оборудование (для ГТМ)	Подводные геолого-технические мероприятия: ГТМ, выполняемые в открытой воде
BRD	Повреждение	Повреждение, значительное повреждение (защемление, поломка) и/или сильная утечка технологической среды	X	X
CSF	Отказ управления/сигнала	Некорректный мониторинг или управление либо их отсутствие, отказ при передаче или получении запросов или данных, отказ при активации функции	X	X
DOP	Задержка срабатывания	Время открытия/закрытия не соответствует техническим характеристикам	X	X
ELP	Внешняя утечка (технологическая среда)	Скважинный флюид	X	X
ELU	Внешняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	Гидравлическое масло, смазочное масло, охлаждающая жидкость, буровой раствор, вода и т. д.	X	X
ERO	Ошибочный результат	Неустойчивая/нестабильная работа	X	X
FCO	Отказ подключения	Отказ подключения соединителя	X	X
FCU	Отказ при срезании	Срезная арматура не может срезать оборудование	X	X
FTC	Отказ при закрытии по запросу	Не закрывается по запросу	X	X
FTD	Отказ отключения	Отказ отключения соединителя	X	X
FTF	Отказ выполнения функции по запросу	Не отвечает на сигнал/активацию (например, отказ при срезании)	X	X
FTO	Отказ при открытии по запросу	Не открывается по запросу	X	X
FWR	Отказ во время работы	Невозможность использования оборудования или инструментов	—	X
HIO	Высокий результат	Крутящий момент на вторичном валу выше технических характеристик	—	X
ILP	Внутренняя утечка (технологическая среда)	Утечка технологической среды загрязняет среду вспомогательных ресурсов, внутренняя утечка технологической среды	X	X
ILU	Внутренняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	Внутренняя утечка среды вспомогательных ресурсов, утечка смазочных веществ	X	X
LCP	Утечка в закрытом положении	Утечка через арматуру (например, арматуру плунжерного типа) в закрытом положении	X	X
LOO	Низкий результат	Крутящий момент на вторичном валу ниже технических характеристик	—	X
OTH	Прочее	Виды отказов, не упомянутые выше	X	X

Окончание таблицы В.13

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	WC	OI
		Примеры	Наземное противовыбросовое оборудование (для ГТМ)	Подводные геолого-технические мероприятия: ГТМ, выполняемые в открытой воде
PLU	Засор/запирание	Засор штуцерной линии и линии глушения скважины	X	X
POW	Недостаточная мощность	Чрезмерно низкое электропитание или его отсутствие	X	X
PTF	Отказ электроснабжения/передачи сигнала	Отказ электроснабжения/передачи сигнала	—	X
SET	Отказ установки/извлечения	Отказ при выполнении установки/извлечения	—	X
SPO	Ложное срабатывание	Неожиданное срабатывание	X	X
STU	Заклинивание	Заклинивание инструментов в ПВП или фонтанной арматуре	X	X
UNK	Н/д	Недостаточно информации для определения вида отказов	X	X

Таблица В.14 — Судоходное оборудование. Виды отказов

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	JF
		Примеры	Подъемный механизм и система фиксации
AIR	Ненормальное показание КИП	Ложное срабатывание аварийной сигнализации, неисправность индикации КИП	X
BRD	Повреждение	Повреждение, значительное повреждение (защемление, поломка) и/или существенная утечка технологической среды	X
DOP	Задержка срабатывания	Время открытия/закрытия не соответствует техническим характеристикам	X
ELU	Внешняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	Гидравлическое масло, смазочное масло, барьерное масло, охлаждающая жидкость, вода и т. д.	X
FRO	Отказ вращения	Отказ вращения	X
FTF	Отказ выполнения функции по запросу	Не запускается, или не открывается по запросу, или не отвечает на сигнал/активацию	X
FTL	Отказ блокировки/разблокировки	Не блокируется или не разблокируется по запросу	X
HIO	Высокий результат	Крутящий момент на вторичном валу выше технических характеристик или завышенная скорость/результат выше допустимого уровня	X
IHT	Недостаточная теплопроводность	Охлаждение/нагрев ниже допустимого уровня и/или чересчур низкая теплопроводность	X

Окончание таблицы В.14

Код вида отказа	Описание	Код класса оборудования	JF
		Примеры	Подъемный механизм и система фиксации
INL	Внутренняя утечка	Внутренняя утечка технологической среды или среды вспомогательных ресурсов	X
LBP	Низкое давление подачи масла	Низкое давление подачи масла	X
LOO	Низкий результат	Подача/результат/крутящий момент/рабочие характеристики ниже допустимого уровня	X
NOI	Шум	Посторонний или избыточный шум	X
OHE	Перегрев	Части машины, система выпуска, охлаждающая жидкость и т. д.	X
OTH	Прочее	Вид(ы) отказов, не упомянутый(е) выше	X
PDE	Отклонение параметра	Отслеживаемый параметр превышает допустимые пределы, например сигнализатор высокого/низкого результата	X
PLU	Засор/запирание	Ограничение потока в результате загрязнения, попадания посторонних предметов, отложения парафинов и т. д.	X
POW	Недостаточная мощность	Чрезмерно низкое электропитание или его отсутствие	X
PTF	Отказ электроснабжения/передачи сигнала	Отказ электроснабжения/передачи сигнала	X
SER	Незначительные эксплуатационные проблемы	Ненадлежащее соединение объектов, выцветание, грязь	X
SPO	Ложное срабатывание	Ложное срабатывание аварийной сигнализации, преждевременное(ый) закрытие/останов, неожиданное срабатывание/не работает в соответствии с запросами	X
STD	Конструкционные недостатки	Повреждения материала (трещины, износ, слом, коррозия, распад)	X
UNK	Н/д	Недостаточно информации для определения вида отказов	X
UST	Ложный останов	Неожиданный аварийный останов	X
VIB	Вибрация	Ненормальная/избыточная вибрация	X

Таблица В.15 — Обзор. Виды отказов

Код вида отказа	Описание вида отказа	Отказ по запросу
AIR	Ненормальное показание КИП	—
BRD	Повреждение	—
CLW	Трубопровод от линии управления к скважине	—
CSF	Отказ управления/сигнала	—
DOP	Задержка срабатывания	X
ELF	Внешняя утечка (топливо)	—
ELP	Внешняя утечка (технологическая среда)	—

Продолжение таблицы В.15

Код вида отказа	Описание вида отказа	Отказ по запросу
ELU	Внешняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	—
ERO	Ошибочный результат	—
FCO	Отказ подключения	X
FCU	Отказ при срезании	X
FLP	Отказ в системе молниезащиты	—
FOF	Неправильная частота выходного напряжения	—
FOV	Неправильное выходное напряжение	—
FRO	Отказ вращения	—
FTC	Отказ при закрытии по запросу	X
FTD	Отказ отключения	X
FTF	Отказ выполнения функции по запросу	X
FTI	Отказ функционирования по прямому назначению	X
FTL	Отказ блокировки/разблокировки	X
FTO	Отказ при открытии по запросу	X
FTR	Отказ регулирования	X
FTS	Отказ при пуске по запросу	X
FWR	Отказ во время работы	—
HIO	Высокий результат	—
HTF	Отказ при нагреве	—
IHT	Недостаточная теплопроводность	—
ILP	Внутренняя утечка (технологическая среда)	—
ILU	Внутренняя утечка (среда вспомогательных ресурсов)	—
INL[a]	Внутренняя утечка	—
LBP	Низкое давление подачи нефти	—
LCP	Утечка в закрытом положении	—
LOA	Сброс нагрузки	—
LOB	Потеря плавучести	—
LOO	Низкий результат	—
MOF	Отказ швартовных устройств	—
NOI	Шум	—
NOO	Отсутствие результата	—
OHE	Перегрев	—
OTH	Прочее	—
PCL	Преждевременное закрытие	—

Окончание таблицы В.15

Код вида отказа	Описание вида отказа	Отказ по запросу
PDE	Отклонение параметра	—
PLU	Засор/запирание	—
POD	Выход из строя обоих коллекторов	X
POW	Недостаточная мощность	—
PTF	Отказ электроснабжения/передачи сигнала	—
SBU	Отложение металлической крошки	—
SER	Незначительные эксплуатационные проблемы	—
SET	Отказ установки/извлечения	X
SHH	Ложный верхний предел сигнализатора	—
SLL	Ложный нижний предел сигнализатора	—
SLP	Проскальзывание	—
SPO	Ложное срабатывание	—
STD	Конструкционные недостатки	—
STP	Отказ при останове по запросу	X
STU	Заклинивание	—
UBU	Общая потеря устойчивости	—
UNK	Н/д	—
UST	Ложный останов	—
VIB	Вибрация	—
VLO	Предельно низкий результат	—
WCL	Трубопровод от скважины к линии управления	—
[a] Информацию о системах безопасности см. также в сноске «g» таблицы F.1.		

Приложение С
(справочное)

Руководство по интерпретации и оценке расчетных параметров надежности и технического обслуживания

С.1 Правила интерпретации широко используемых параметров отказов и технического обслуживания

С.1.1 Общие сведения

Несмотря на то что в настоящем стандарте не представлен анализ данных в широком понимании, данное приложение содержит рекомендованные правила интерпретации и основные расчетные формулы, широко используемые при анализе данных по НиТО. Для более глубокой оценки данного вопроса рекомендуется изучить руководства по этой теме и некоторые стандарты, приведенные в библиографии. Информация об оценке новых технологий представлена также в руководствах по экспертным мнениям (например, *[166]*).

Помимо определений, приведенных в разделе 3, приложение С содержит некоторые правила интерпретации широко используемых терминов, выявленных при сборе данных и в проектах.

Дополнительная информация в отношении различных параметров НиТО, которые можно использовать при моделировании и расчете надежности, приведена в *[1].*

С.1.2 Резервирование

Резервирование может быть осуществлено следующим образом:

a) ненагруженный резерв: резервирование, в рамках которого одна часть оборудования, выполняющего требуемую функцию, должна работать, а другая часть оборудования — не работает до тех пор, пока это не потребуется;

b) нагруженный резерв: резервирование, в рамках которого все оборудование, выполняющее требуемую функцию, должно работать одновременно;

c) смешанный резерв: резервирование, в рамках которого одна часть резервного оборудования находится «в резерве», а другая часть оборудования «активна» (например, три устройства: одно активно, второе в нагруженном резерве, третье в ненагруженном резерве).

Примеры

1 Резервирование может иметь количественное выражение: фактор резервирования оборудования (ФРО).

2 Три единицы, рассчитанные на 50 %, дают ФРО, равный 1,5.

Определение резервирования приведено также в разделе 3, а информация о различии между нагруженным/ненагруженным резервом и «ПРС/продолжительность простоя» представлена в 8.3.1.

В системах с резервированием отказ частей данной системы не ведет к отказу всей системы. Это следует иметь в виду при оценке количества необходимых запасных частей и ремонтных средств (когда такие отказы учитывают) и при оценке готовности (когда их не учитывают).

С.1.3 Данные об отказах по запросу

Для определенного оборудования собранные данные о надежности используют в оценке вероятности отказа по запросу (например, вероятность пуска резервного генератора). Следует отметить также определения терминов «отказ по запросу» (см. *3.40*) и «отказы общего вида» (см. *3.42*). В процессе оценки следует различать:

a) отказы, произошедшие до подачи запроса (отказы, которые остаются невыявленными до поступления реального запроса или запроса в рамках проведения периодического испытания);

b) отказы, произошедшие во время подачи запроса (вызванные этим запросом).

К таким отказам относят многие виды отказов (см. приложение В) любого типа, однако классификация механизма отказа может предоставлять возможность разделения типа «a» и типа «b» (см. также С.3.4). В таблице В.15 представлены виды отказов, связанные с подачей запросов.

Кроме того, для некоторого оборудования собранные данные о надежности также используют для оценки интенсивности отказов в зависимости от запросов или количества циклов, а не времени, как поясняется в С.3.4. В этом случае следует регистрировать общее количество запросов. Необходимо включить два типа запросов (см. таблицу 5):

d) тестовая активация объекта, как правило, выполняемая в рамках ПТО (например, функциональное испытание пожарных извещателей и датчиков загазованности);

e) автоматическая (или ручная) активация функции, вызываемой по запросу, во время работы (например, закрытие арматуры АО).

Для сбора данных о надежности, предусматривающего регистрацию отказов, связанных с запросами, необходимо более точно определить физические характеристики запросов для конкретного оборудования, относительно которого проводят этот сбор данных.

Для некоторых классов оборудования, например для трубопроводов, теплообменников, райзеров, фильтров (в том числе сетчатых), силовых кабелей и наконечников, термин «запрос» не имеет значения.

Для динамического оборудования и некоторых других классов оборудования, например для конвейеров и элеваторов, нагревательных и котельных установок, запросом считают пуск. Следовательно, останов оборудования или любая регулировка в процессе работы (например, изменение частоты вращения электропривода с регулируемой скоростью) не является запросом.

Для некоторого механического оборудования, например для кранов, загрузочных рукавов и лебедок, запрос определен видом выполняемых работ.

Для арматуры запросом считают и открытие, и закрытие независимо от того, к какому типу отнесена арматура (нормально закрытой или нормально открытой). Для регулирующей и штуцерной арматуры запросом является любая регулировка.

Для оборудования обеспечения безопасности и управления и другого оборудования, находящегося, как правило, в состоянии резерва, запросом считают любую активацию в рамках проводимого испытания или реальную активацию (например, реальное отключение) в процессе работы.

Вероятность отказа по запросу рассчитывают в виде среднего отрезка времени, проведенного в состоянии отказа, как показано в С.6.2.

С.1.4 Независимые отказы

Большинство базовых вероятностных расчетов и большинство моделей, используемых в оценке надежности, применимы только к независимым событиям.

Два события (*A* и *B*) считают независимыми, если возникновение события *A* не связано с возникновением события *B*. В математическом смысле это означает, что условная вероятность возникновения события *B* [если возникновение события *A* можно представить как *P* (*B* | *A*)] равна *P*(*B*).

Следовательно, если использовать определение условной вероятности, то:

$$P(B \mid A) = P(A \cap B) / P(A) = P(B). \quad \text{(С.1)}$$

Из указанного следует, что:

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B). \quad \text{(С.2)}$$

Если два события обладают указанными выше свойствами — это означает, что их поведение не зависит друг от друга и они независимы в вероятностном смысле.

Независимые отказы, безусловно, являются частным случаем независимых событий.

С.1.5 Зависимые отказы

Если возникновение одного события зависит от возникновения другого или нескольких других событий, то такие события считаются зависимыми.

В этом случае приведенная выше формула (С.2) перестает быть справедливой, и ее заменяет следующая:

$$P(A \cap B) \neq P(A) \cdot P(B). \quad \text{(С.3)}$$

Следовательно, если не учитывать зависимости, то можно получить неправильный (заниженный) результат. А так как эти данные недостоверны, их не допускается использовать, особенно для исследования надежности. В связи с чем введены концепции отказов по общей причине и отказов общего вида.

Отказ элементов по общей причине обычно также является отказом одного функционального вида. В данном случае использован термин «отказ общего вида». Однако этот термин не считают точным для обозначения характеристик, описывающих отказы по общей причине.

С.1.6 Отказы по общей причине

Следует различать подвиды отказов по общей причине (см. определение в *3.43*): отказы по общей причине, из-за которой происходит отказ объектов (например, перенапряжение элемента), нуждающихся в отдельном ремонте, и отказы по общей причине, из-за которой объекты становятся неготовыми к использованию (например, при потере электроснабжения). Во втором случае ремонт объектов не требуется.

Отказ по общей причине (ООП) — это одновременный или сопутствующий отказ нескольких элементов, вызванный общей причиной. Следовательно, каждый раз, когда отказы не являются полностью независимыми, возможно, это ООП.

В ООП можно выделить несколько категорий:

a) отказ вспомогательных ресурсов (электричество, сжатый воздух и т. д.) или внешнее агрессивное воздействие (окружающая среда, пожар и т. д.);

b) внутренние отказы (ошибка конструкции, ошибка установки, некорректный набор элементов и т. д.);

c) каскадные отказы (отказ элемента *A* ведет к отказу элемента *B*, что ведет к отказу элемента *C* и т. д.).

Объекты по перечислению a), считают ООП, только если анализ происходит на уровне, недостаточном для того, чтобы дать им конкретное определение.

Объекты по перечислению b) сложнее анализировать: опыт доказывает их наличие, но их причины, как правило, непросто установить.

Объекты по перечислению c), как правило, связаны непосредственно с процессом и могут вызвать у аналитика сложности с определением.

В случае повышенной сложности анализа или невозможности его проведения, как правило, вводят β-коэффициент для разделения базовой интенсивности отказов λ элемента на независимый подвид $[(1 - \beta) \cdot \lambda]$ и подвид ООП $(\beta \cdot \lambda)$. Это позволяет избежать получения далеких от действительности результатов, но является не более чем оценкой, необходимой для учета наличия потенциального ООП (см. шок-модель, описанную в приложении G *[1]*).

Следует также отметить, что аналитику необходимо внимательно относиться к тому, какие именно данные использованы (см. B.2.3.2, а также 5.4.2 *[1]*).

C.1.7 Отказы общего вида

Понятие «отказы общего вида» (ООВ) (см. определение в *3.42*) часто путают с понятием ООП, хотя они незначительно, но различаются: ООВ возникает, если несколько элементов отказывают одинаково (один вид). Разумеется, это, в свою очередь, может быть вызвано ООП.

C.1.8 Отключения

Отключением механизма является ситуация, в которой механизм переходит из нормального рабочего состояния к полному останову. Существует два вида отключения:

a) отключение (см. определение в *3.44*);

b) ручной останов: механизм останавливается в результате намеренного действия, осуществленного оператором (локально или из контроллерной).

Для некоторого оборудования ложный останов считают видом отказа [например, UST (см. таблицу B.15)], который в зависимости от причины может быть реальным или ложным отключением.

C.1.9 Группировка вероятностей возникновения отказов

В сочетании с анализом надежности, например АВПКО, необязательно иметь доступ или потребность в данных о статистической надежности. Вместо этого можно использовать качественную оценку. Данные в таблице C.1 можно использовать для группировки вероятности возникновения отказов, а впоследствии проверить эти данные в процессе углубленного анализа с данными надежности во времени.

Таблица C.1 — Группировка вероятностей возникновения отказов

Возникновение вида отказа	Класс	Частота	Вероятность
Минимальная: отказ маловероятен	1	≤0,010 на тысячу объектов	$\leq 1 \cdot 10^{-5}$
Низкая: сравнительно немного отказов	2	0,1 на тысячу объектов	$1 \cdot 10^{-4}$
	3	0,5 на тысячу объектов	$5 \cdot 10^{-4}$
Умеренная: эпизодические отказы	4	1 на тысячу объектов	$1 \cdot 10^{-3}$
	5	2 на тысячу объектов	$2 \cdot 10^{-3}$
	6	5 на тысячу объектов	$5 \cdot 10^{-3}$
Высокая: повторяющиеся отказы	7	10 на тысячу объектов	$1 \cdot 10^{-2}$
	8	20 на тысячу объектов	$2 \cdot 10^{-2}$
Наиболее высокая: отказ практически неизбежен	9	50 на тысячу объектов	$5 \cdot 10^{-2}$
	10	≥100 на тысячу объектов	$\geq 1 \cdot 10^{-1}$

C.1.10 Классификация последствий отказа

Термин «риск» — это общеупотребительный термин, описывающий три явления: возможные события, возможные результаты и сопутствующие неопределенности, связанные с этими событиями и результатами (одно из определений см. в 3.1 *ГОСТ Р ИСО 31000—2019*). В рамках стандартной оценки риска оценивается вероятность возникновения опасных событий и последствий, которые, как ожидается, последуют за этими событиями. Следует отметить, что такие последствия являются системно значимым свойством и могут меняться в зависимости от конкретного вида отказа и способа использования в системе.

Распределение последствий отказов по классам — неотъемлемая часть применения данных, используемая для оценки степени риска (см. приложение D). Таким образом, рекомендуется составлять классификацию последствий отказов в отношении всеобъемлющих последствий. Классификация последствий отказов (от класса I до XVI) представлена в таблице C.2. Следует отметить, что настоящая классификация, прежде всего, предназначена для

оценки последствий произошедших отказов. Более подробные рекомендации по классификации риска приведены в соответствующих стандартах, например в *ГОСТ Р ИСО 17776*.

Регистрация данных об отказах и последствиях ТО для событий отказов рассмотрена в таблицах 6 и 8.

Таблица С.2 — Классификация последствий отказа

Последствия	Категория			
	Катастрофические Отказ, который ведет к смерти или потере в системе	Существенные Серьезная травма, болезнь или крупное повреждение системы	Умеренные Небольшая травма, болезнь или повреждение системы	Незначительные Незначительная травма, болезнь или повреждение системы
Для безопасности	I: - гибель людей; - неисправность критически важных для безопасности систем	V: - серьезные травмы персонала; - возможности утраты функций обеспечения безопасности	IX: - травмы, требующие медицинского вмешательства; - ограниченное влияние на функции обеспечения безопасности	XIII: - травмы, не требующие медицинского вмешательства; - незначительное влияние на функцию обеспечения безопасности
Для окружающей среды	II Крупное загрязнение	VI Значительное загрязнение	X Частичное загрязнение	XIV Минимальное загрязнение или его отсутствие
Производственные	III Продолжительный перерыв в производстве/эксплуатации	VII Перерыв в производстве выше допустимого уровня[a]	XI Перерыв в производстве ниже допустимого уровня[a]	XV Непродолжительный перерыв в производстве
Эксплуатационные	IV Предельно высокие затраты на ТО	VIII Затраты на ТО выше нормально допустимого уровня[a]	XII Затраты на ТО на уровне допустимом или ниже[a]	XVI Низкие затраты на ТО
[a] Необходимо определить допустимые уровни для каждой области применения.				

С.1.11 Анализ отказов

Возникающие отказы, которые не попадают ни в одну из категорий, описанных в таблице С.2, нуждаются в отдельном представлении и анализе для определения мер, которые позволят не допустить повторения такого отказа (например, усовершенствование программы ТО, осмотров, модернизации, замены и т. д.). Примеры полезных методов анализа приведены ниже.

a) Моделирование надежности системы (например, моделирование по методу Монте-Карло, анализ цепей Маркова, моделирование роста надежности и т. д.) рекомендовано для любого критически значимого оборудования с целью сравнения надежности различных предложенных конфигураций систем, чтобы получить информацию, необходимую для выбора концепции в разработке проектных основ, а именно:

1) анализ чувствительности для выявления отказов элементов или человеческих ошибок (или того и другого), оказывающих максимальные последствия на надежность системы (эту информацию можно использовать для повышения надежности отдельных элементов или в качестве основы для модернизации конфигурации системы на этапе проектного предложения);

2) оценка периодичности осуществления операционного контроля, напрямую влияющая на прогнозируемую надежность системы;

3) введение определенного количества осмотров и испытаний, необходимых для некоторых элементов системы.

b) Анализ Парето можно использовать для введения перечня проблемных объектов установки исходя из наиболее высокой интенсивности отказов или общих затрат на ТО. Проблемные объекты также могут быть связаны с затратами на выпадающий объем добычи или с недопустимыми уровнями безопасности.

c) Анализ основных причин рекомендован в следующих случаях:

1) отказ степени серьезности от I до VIII;

2) системы, сочтенные проблемными на эксплуатируемом объекте.

d) анализ жизненного цикла оборудования (например, распределение Вейбулла) рекомендован для оборудования с пятью отказами общего вида и более степени серьезности от I до XII.

Примечание — Отказы по общей причине можно выделить в следующие категории:

- отказы в начальном периоде эксплуатации (параметр формы $\beta < 1,0$ по Вейбуллу), как правило, происходят под воздействием внешних обстоятельств и связаны с некачественным монтажом, отказами твердотельных электроприборов, заводскими дефектами, неправильной сборкой и неправильным процессом запуска;
- случайные отказы ($\beta = 1,0$) чаще всего возникают в результате человеческих ошибок, отказов посторонних объектов или вычислительных ошибок в рамках анализа Вейбулла (например, сочетание данных, полученных от отказов с разными видами, сочетание отказов общего вида, полученных от оборудования разного типа и т. д.). Проблема случайных отказов наиболее оптимально решается путем усовершенствования программ прогнозного ТО (более строгая оценка ТО);
- отказы, вызванные преждевременным износом ($1,0 < \beta < 4,0$), могут возникать при нормальном сроке эксплуатации оборудования и чаще всего включают в себя малоцикловую усталость, большинство отказов, связанных с подшипниками, воздействие коррозии и эрозии. Экономически выгодным может быть проведение ПТО, в результате которого выполняют ремонт или замену критически значимых элементов. Интервал проведения капитального ремонта отсчитывается по графику распределения Вейбулла в соответствующем сроке службы β;
- отказы, вызванные износом стареющего оборудования ($\beta \geq 4,0$), чаще всего возникают при превышении нормального срока эксплуатации. Чем круче прямая на графике (β), тем меньше изменение в количестве отказов и тем более предсказуемы результаты. Стандартные виды отказов в случае с износом стареющего оборудования включают коррозию под напряжением, эрозию, проблемы, связанные со свойствами материала, и т. д. Экономически выгодным может быть проведение ПТО, в результате которого части, демонстрирующие существенные отказы, будут заменены. Интервал проведения капитального ремонта отсчитывается по графику распределения Вейбулла в соответствующем сроке службы β.

С.1.12 Критическое для безопасности оборудование

Для определенного оборудования, например критического для безопасности, можно использовать более конкретные определения отказа и его последствий. Некоторые рекомендации, связанные с этим вопросом, приведены в приложении F.

С.2 Готовность

С.2.1 Стандартное определение

Определение данного термина приведено в *3.4*.

Следует различать термины «готовность» и «надежность»:

- готовность означает, что объект работает в определенный момент времени (вне зависимости от того, что происходило до этого);
- надежность — объект работает непрерывно в течение всего периода времени.

Готовность характеризует функцию, которая может быть прервана без каких-либо сложностей, а надежность — функцию, которую невозможно прервать в течение всего периода времени.

С.2.2 Математическое определение готовности

Ситуация уточняется при помощи математических определений. В действительности, для концепций готовности существует несколько математических определений.

Нестационарный коэффициент готовности или мгновенная готовность $A(t)$ — это вероятность того, что объект находится в том состоянии, в котором он может выполнить требуемую функцию в заданных условиях и в заданный момент времени, при условии предоставления необходимых внешних ресурсов. Данное определение приведено по *ГОСТ Р МЭК 61508-4* (см. также 3.1.12 *[1]*).

Мгновенная готовность $A(t)$ в момент времени t выражается по формуле

$$A(t) = P_S(t), \tag{С.4}$$

где $P_S(t)$ — вероятность того, что объект S находится в работоспособном состоянии в момент времени t.

Средняя готовность для выполнения конкретной задачи (в течение заданного периода времени) $A_m(t_1, t_2)$ — это средний показатель мгновенных готовностей за заданный период времени (t_1; t_2): $t_1 << t << t_2$. Математически это представлено по формуле (см. также 3.1.13 *[1]*)

$$A_{m(t_1, t_2)} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} A(t)\,dt. \tag{С.5}$$

Стационарный коэффициент готовности (или асимптотическая готовность) A_{as} — это предел средней готовности выполнения конкретной задачи, когда время стремится к бесконечности, как показано в формуле (С.5) (см. также 3.1.17 *[1]*):

$$A_{\alpha s} = \lim_{t \to \infty} \frac{1}{t} \int A(t)\,dt. \tag{С.6}$$

Приведенные ниже определения четко разграничивают разные виды готовности, а именно:

a) в случае с мгновенной готовностью следует обратить внимание на факт корректной работы оборудования в момент необходимости (неважно, случались ли у него отказы в какой-то предыдущий момент времени, если с тех пор отказ устранен и больше не проявлялся);

b) в случае со средней готовностью наряду с аналогией по перечислению a) необходимо усредненное значение за заданный интервал времени. Этому соответствует коэффициент эффективного времени работы по отношению ко всему рассматриваемому интервалу времени.

Следует отметить, что в большинстве (но не во всех) случаев через определенный интервал времени мгновенная готовность достигает асимптотического значения под наименованием «стационарный коэффициент готовности», равного указанному выше стационарному коэффициенту готовности.

Пример — Для простых ремонтопригодных объектов всего с двумя параметрами надежности [интенсивность отказов (λ; см. С.3) и интенсивность ремонта (μ)], мгновенную готовность определяют по формуле

$$A(t) = 1 - \frac{\lambda}{\lambda + \mu}\left\{1 - exp\left[-(\lambda + \mu)t\right]\right\}. \qquad (C.7)$$

Если t стремится к бесконечности, то A_{as} будет асимптотической по формуле (коэффициент готовности будет стационарным)

$$A_{as} = \frac{\mu}{\lambda + \mu}. \qquad (C.8)$$

Данная готовность является технической, внутренней или собственной готовностью объекта (см. также С.2.3.2).

С.2.3 Регистрация данных об измерении и оценке средней готовности

С.2.3.1 Математическое определение регистрации данных об измерении и оценке средней готовности

В рамках области применения настоящего стандарта относительно концепции готовности следует обратить внимание на взаимосвязь между данными, собранными в условиях эксплуатации, и математическим определением средней готовности за заданный интервал времени.

При планировании сбора измерений и оценок средней готовности (определение термина «готовность» приведено в разделе 3, см. также 7.1.2) следует учитывать два типа средней готовности и их сумму.

a) Эксплуатационную готовность A_O определяют по формуле

$$A_O = \text{СПРС} / (\text{СПРС} + \text{СПП}), \qquad (C.9)$$

где СПРС — средняя продолжительность работоспособного состояния, рассчитанная при помощи фактической ПРС, наблюдаемой в условиях эксплуатации;

СПП — средняя продолжительность простоя, рассчитанная при помощи фактической продолжительности готовности и простоя, наблюдаемой в условиях эксплуатации.

b) внутреннюю готовность A_I определяют по формуле

$$A_i = \text{СНО}/(\text{СНО} + \text{СВВ}), \qquad (C.10)$$

где СНО — средняя наработка до отказа, рассчитанная при помощи фактической ПРС, наблюдаемой в условиях эксплуатации;

СВВ — среднее время восстановления, рассчитанное при помощи оперативной продолжительности ТО, наблюдаемой в условиях эксплуатации (см. таблицу 4 и рисунок 4).

c) среднюю наработку между отказами (СНМО) определяют по формуле

$$\text{СНМО} = \text{СНО} + \text{СВВ}. \qquad (C.11)$$

С.2.3.2 Области применения регистрации данных об измерении и оценке средней готовности

A_I и A_O не равны, кроме тех случаев, когда СПП равно СВВ. Как правило, показатель A_I необходим инженерам по надежности, а показатель A_O — специалистам по ТО.

Эти оценки объясняют, почему единица готовности выражена в виде доли времени, в течение которого объект находился в работоспособном состоянии.

Следует учитывать, что помимо СПП, состоящего из нескольких задержек (обнаружение, отсечение, запасные части, резерв, продолжительность ремонта, повторная установка и т. д.), и СПРС, как правило, близкой к значению СНО, эксплуатационная готовность зависит от совокупности аспектов параметров надежности, параметров ТО, параметров ремонтопригодности и параметров обеспечения ТО. Следовательно, это свойство объекта не

является внутренним, а зависит от контекста использования данного объекта (совокупность установки, процедуры, политика ТО и т. д.).

В зависимости от конкретных предпочтений пользователя можно учитывать не всю продолжительность простоя. Из оценки можно исключить дополнительные задержки, вызванные необходимыми внешними ресурсами (кроме ресурсов ТО), чтобы выполнить более объективную оценку, например по приведенной формуле

$$A_1 = \text{СНО} / (\text{СНО} + \text{СВВ}), \tag{С.12}$$

которая является результатом оценки теоретической формулы, приведенной в формуле

$$A_m = \frac{\mu}{\lambda + \mu}. \tag{С.13}$$

Аналогичным образом в оценку можно включать или не включать время, потраченное на ПТО.

Одной только формулы (С.13) недостаточно для оценки двух параметров надежности: λ и μ. Необходимо оценить λ и μ по отдельности исходя из наблюдаемого СНО (или СПРС) для интенсивности отказов и наблюдаемого СВВ [или СОПР (в составе СПП)] для интенсивности ремонта.

По мере увеличения количества собранных данных оценки приближаются к истинным математическим значениям. Проблему неопределенности можно решить с помощью классических видов статистического анализа.

Достаточно распространенной является практика определения эксплуатационной готовности исходя из продолжительности простоя, связанной с суммой корректирующего ТО и ПТО. Термин «техническая готовность» также иногда используют в качестве альтернативы термину «внутренняя готовность». В таком случае в расчеты следует включать только продолжительность простоя, относящуюся к корректирующему ТО. Таким образом, эксплуатационную готовность в течение года $A_{O,y}$ и техническую готовность в течение года $A_{T,y}$ следует рассчитывать по следующим формулам

$$A_{O,y} = \frac{8760 - (t_C + t_P)}{8760}; \tag{С.14}$$

$$A_{T,y} = \frac{8760 - t_C}{8760}, \tag{С.15}$$

где t_C — продолжительность корректирующего ТО;

t_P — продолжительность ПТО.

С.3 Оценка интенсивности и частоты отказов

С.3.1 Общие сведения

С.3.1.1 Математическое определение оценки интенсивности и частоты отказов

Интенсивность отказов — это классический параметр надежности, обозначаемый греческой буквой «λ» (лямбда). Интенсивность отказов связана с параметром надежности «частота отказа» (или «средняя частота отказа»), который обозначается буквой «w» и также называется (средней) интенсивностью безусловных отказов (см. определения двух терминов в *3.13*, *3.97*).

Средняя частота отказа — это средняя частота w отказа (т. е. количество отказов на единицу времени). Рассчитать оценочную функцию $\hat{w}$ этой частоты с помощью архивных данных по НиТО несложно. Для этого необходимо разделить количество наблюдаемых отказов n рассматриваемого объекта на его общую продолжительность работы (наработку) за аналогичный период времени в соответствии с формулой

$$\hat{w} = n / \sum \text{НО}_i, \tag{С.16}$$

где n — количество наблюдаемых отказов;

НО_i — наработка до i-го отказа объекта (т. е. i-я продолжительность работы, наблюдаемая в условиях эксплуатации).

Примечания

1 w — это функция времени t, которая асимптотически приближается к 1/СНО.

В формуле (С.16) НО_i означает наработку до i-го отказа (т. е. i-я продолжительность работы), наблюдаемую в условиях эксплуатации. То есть фактически — это оценочная функция 1/СНО для ремонтопригодного объекта (элемент/система). w, как правило, является функцией времени t, но асимптотически приближается к $1/\text{НО}_i$.

На практике термин «$\sum \text{НО}_i$» в формуле (С.16) часто заменяют общей наработкой рассматриваемых видов оборудования (см. пример в примечании 2).

2 Формула (С.16) является истинной только в случае отказа при экспоненциальном распределении продолжительности безотказной работы (постоянная интенсивность отказов для системы). При отсутствии у элемента постоянной интенсивности отказов асимптотической интенсивности системы невозможно добиться без частичной замены элемента (процедура модернизации). Подобная интерпретация означает, что количество отказов в течение

(продолжительного) периода времени (0, *t*) «в среднем» равно *w*·*t*. Или в более широком смысле: если у нескольких объектов наблюдается одинаковая постоянная средняя частота отказов *w* в течение общей наработки *t*, то среднее количество отказов, наблюдаемых в течение этого периода времени, асимптотически равно *w*·*t*.

Пример — Средняя частота отказов, равная $3 \cdot 10^{-4}$ отказам в час, означает, что в среднем в течение эксплуатационного периода, равного 100 000 ч произойдет 30 отказов. Следует отметить, что речь идет о ремонтопригодных единицах, т. е. единицах, которые подлежат ремонту непосредственно после возникновения отказа.

В примере выше указано, что в перспективе средняя наработка между двумя отказами вида оборудования составляет 1/*w* = 3333 ч, что также равно сумме СНО и СВВ (справедливо только в отношении ремонтопригодных объектов и при условии полного восстановления объекта в результате ремонта).

Знак «=>» действителен только в отношении ремонтопригодных объектов. Необходимо различать показатель $НО_i$, равный 3333 ч, с ожидаемой наработкой на отказ. Поскольку подразумевается, что средняя частота отказа является постоянной, то вероятность отказа одинаковая для временных периодов: с 0 до 100 ч, с 3300 до 3400 ч и с 9900 до 10000 ч.

Термин «интенсивность отказа» (или интенсивность отказа Веселя, см. *[1]*) иногда используют как синоним термина «интенсивность опасных событий». Кроме того, данная интенсивность, по сути, является функцией времени *t* (с начала эксплуатации этого вида оборудования). Тогда $\lambda(t)dt$ — это вероятность того, что у этого объекта случится отказ в период времени (*t; t* + *dt*) при условии, что объект функционировал в период времени (0; *t*). Таким образом, данная функция $\lambda(t)$ определяет распределение наработки видов оборудования (т. е. статистическое распределение наработки до первого отказа). Данное распределение можно выразить через вероятность *F*(*t*) того, что данный объект продемонстрирует отказ до того, как наработает количество времени *t* по формуле

$$F(t) = 1 - R(t), \tag{С.17}$$

где *R*(*t*) — вероятность того, что этот объект сохранит работоспособность в течение периода времени *t*.

Математически это можно выразить следующим образом: если интенсивность отказов $\lambda(t)$ остается постоянной на протяжении периода времени *t*, то средняя частота отказа *w* и интенсивность отказа λ имеют одинаковую оценочную функцию в соответствии с формулами (С.16) и (С.17). В этом случае использование термина «интенсивность отказа» не станет причиной ошибочных результатов, тем не менее это две разные интерпретации.

Предположение о том, что интенсивность отказа (интенсивность опасных событий) является постоянной (= λ) на протяжении всего срока службы рассматриваемого объекта, означает, что вероятность того, что данный объект сохранит работоспособность в течение периода времени *t*, определяют по формулам:

$$R(t) = \exp(-\lambda \cdot t); \tag{С.18}$$

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda \cdot t). \tag{С.19}$$

В этом случае λ = 1/СНО.

С.3.1.2 Области применения оценки интенсивности и частоты отказов

Как правило, предполагается, что интенсивность отказов $\lambda(t)$ на протяжении срока службы объекта должна отражать три периода: отказы в начальном периоде эксплуатации, срок полезного использования и отказы, вызванные износом (см. рисунок С.1). На этапе начального периода эксплуатации $\lambda(t)$, как правило, снижается, в период срока полезного использования остается приблизительно постоянной, а в период износа возрастает, т. е. кривая $\lambda(t)$ принимает так называемую U-образную форму (см. рисунок С.1).

Если отказы рассматривают по отдельности и виды оборудования выводят из эксплуатации до того, как начинается износ, то предположение о постоянной интенсивности отказов можно считать логичным. Данная оценочная функция не содержит информации о форме кривой интенсивности отказов. Если предположить, что интенсивность отказов является постоянной, то эта оценочная функция также служит оценочной функцией для постоянной интенсивности отказов. Если постоянная интенсивность отказов предполагается там, где в элементах или запасных частях имеются отказы, вызванные износом, то оценка надежности будет занижена для низкой наработки и завышена для высокой наработки. Что касается наработки до первого отказа (НДПО), то оценка постоянной интенсивности отказов является категорически неверной. Тем не менее можно провести более подробный статистический анализ, чтобы выявить снижение, постоянство или увеличение интенсивности отказов и оценить параметры с помощью другой модели надежности, например модели Вейбулла для элементов, или степенной зависимости для отремонтированных систем.

В этом случае необходимо учитывать различную продолжительность НДПО.

Стандартные методы оценки постоянной интенсивности отказа на основе наблюдаемого количества отказов в течение заданного периода эксплуатации описаны в С.3.2 и С.3.3.

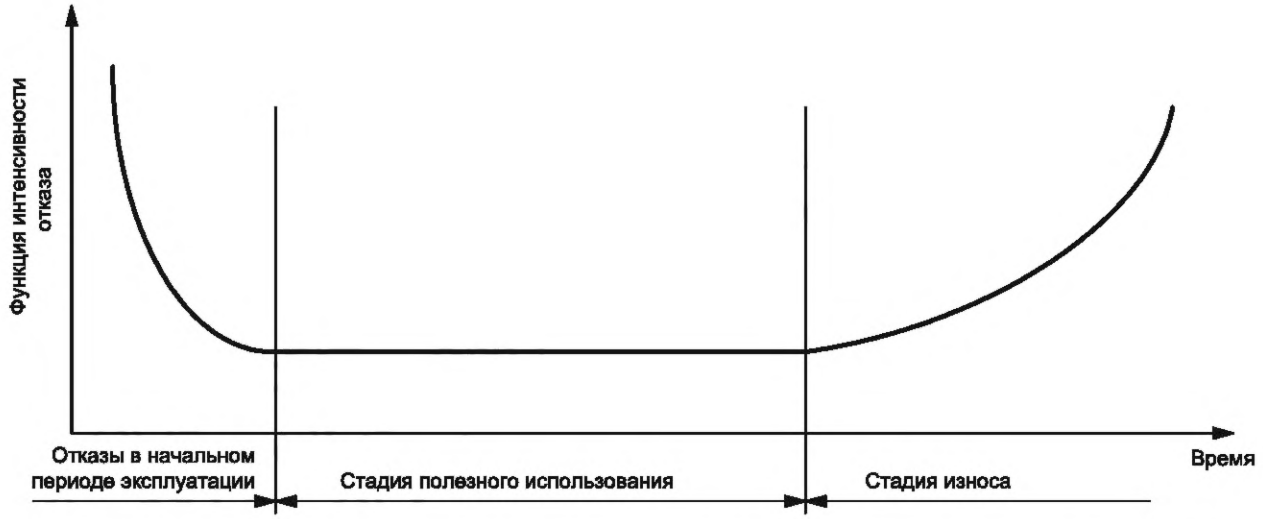


Рисунок С.1 — U-образная кривая интенсивности опасных событий («интенсивность отказа») вида оборудования

С.3.2 Оценка интенсивности отказа

С.3.2.1 Оценочная функция максимальной вероятности постоянной интенсивности отказа

Оценочную функцию максимальной вероятности интенсивности отказа λ определяют по формуле

$$\hat{\lambda} = \frac{n}{\tau}, \tag{С.20}$$

где n — количество наблюдаемых отказов;

τ — накопленная продолжительность эксплуатации, измеренная как период наблюдения или наработка.

Следует отметить, что данный подход применим только в следующих случаях:

- за накопленную продолжительность эксплуатации τ произошло несколько отказов для указанного количества объектов с одинаковой постоянной интенсивностью отказов λ;
- наблюдается как минимум один отказ ($n \geq 1$) за заданную продолжительность τ.

В «классической» статистической теории неопределенность оценки может быть представлена как доверительный интервал 90 % с нижним порогом $L_н$ и верхним порогом $L_в$, определяемыми по формулам:

$$L_н = \frac{1}{2\tau} z0{,}95;\ v; \tag{С.21}$$

$$L_в = \frac{1}{2\tau} z0{,}05;\ v, \tag{С.22}$$

где $z0{,}95; v$ — верхний 95-й процентиль распределения χ^2 с v-степенями свободы;

$z0{,}05; v$ — нижний 5-й процентиль распределения χ^2 с v-степенями свободы.

Примечания

1 Распределение χ^2 можно найти в большинстве руководств по статистике или, например, в руководстве Фонда научных и промышленных исследований (см. [*167*]).

2 Можно использовать и другие пределы достоверности в зависимости от области применения.

Пример — Предположим, что n = 6 отказам, наблюдаемым в накопленный период эксплуатации: τ = 10 000 ч. Оценку интенсивности отказов, которая выражена в виде количества отказов в час в соответствии с формулой (С.20), рассчитывают следующим образом:

$$\hat{\lambda} = \frac{n}{\tau} = 6 \cdot 10^{-4}.$$

Доверительный интервал 95 % исходя из формул (С.21) и (С.22) рассчитывают следующим образом:

$$\left[\frac{1}{2\tau} z\ 0{,}95;\ 2N, \frac{1}{2\tau} z\ 0{,}05;\ 2(N+1)\right] = \left(\frac{1}{20000} z\ 0{,}95;\ 12, \frac{1}{20000} z\ 0{,}05;\ 14\right) = \left(2{,}6 \cdot 10^{-4},\ 11{,}8 \cdot 10^{-4}\right).$$

Оценка и доверительные интервалы показаны на рисунке С.2.

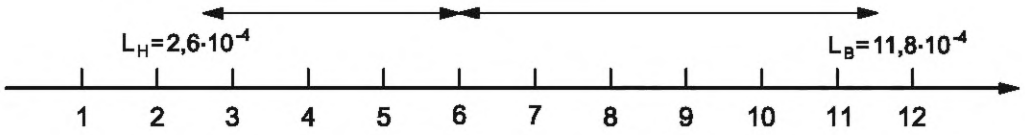


Рисунок С.2 — Оценка и доверительный интервал 95 % для примера расчета интенсивности отказа

С.3.2.2 Оценочные функции и доверительные интервалы для неоднородной выборки

Чаще всего выборка состоит из объектов, относящихся к различным установкам с различными производственными и природно-климатическими параметрами. В данном случае рассмотрены неоднородные данные, соответствующие разным видам оборудования.

Такие данные разбиваются на k классов, которые предположительно состоят из однородных данных, т. е. неоднородная выборка — это сочетание нескольких более или менее однородных выборок.

Начиная с тех данных, которые должны быть разбиты на k классов (состоящих из однородных данных), каждый класс представлен в виде определенного индекса i, где $i = 1, \cdots, k$ и т. д. Предполагается, что для i-го класса доступны следующие данные:

- размер класса m_i, который обозначает количество оборудования i-го класса;
- общее количество n_i отказов для всего оборудования i-го класса;
- общая наработка τ_i для всего оборудования i-го класса.

Для того чтобы оценка интенсивности отказа $\widehat{\lambda_i}$ учитывала данные всех классов (n_i, t_i) $1 \le I \le k$ [а не только (n_i, t_i)], ниже предложен байесовский подход. Изменение интенсивности отказов между классами можно смоделировать, предположив, что интенсивность отказов является случайной величиной с некоторым распределением, представленным в виде плотности распределения вероятностей $\pi(\lambda)$.

В этом случае средняя интенсивность отказов θ равна

$$\theta = \int_0^\infty \lambda \cdot \pi(\lambda) d\lambda, \tag{С.23}$$

а дисперсия σ^2 равна:

$$\sigma^2 = \int_0^\infty (\lambda - \theta)^2 \cdot \pi(\lambda) d\lambda. \tag{С.24}$$

Для расчета оценочной функции неоднородных данных $\hat{\lambda}$ необходимо выполнить следующие действия:

а) рассчитать значения $\overline{m}$, S_1, S_2, $\overline{V}$, V^*, μ и $\tilde{V}$ по формулам:

$$\overline{m} = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i}{\sum_{i=1}^{k} \tau_i}; \tag{С.25}$$

$$S_1 = \sum_{i=1}^{k} \tau_i; \tag{С.26}$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^{k} \tau_i^2; \tag{С.27}$$

$$\overline{V} = \sum_{i=1}^{k} \frac{(n_i - \overline{m}\tau_i)^2}{\tau_i}; \tag{С.28}$$

$$V^* = \left(\overline{V} - (k-1)\overline{m}\right) \frac{S_1}{S_1^2 - S_2}; \tag{С.29}$$

$$\mu = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\frac{n_i}{\tau_i}; \tag{C.30}$$

$$\tilde{V} = \frac{1}{k-1}\sum_{i=1}^{k}\left(\frac{n_i}{\tau_i}-\mu\right)^2; \tag{C.31}$$

b) рассчитать $\hat{E}_t$ и $\hat{V}_t$ по формулам:

$$\hat{V}_t = \max\left\{V^*, \hat{V}\right\}; \tag{C.32}$$

$$\hat{E}_t = \frac{1}{\sum_{i=1}^{k}\frac{1}{\frac{\hat{m}}{\tau_i}+\hat{V}_t}}\sum_{i=1}^{k}\frac{1}{\frac{\hat{m}}{\tau_i}+\hat{V}_t}\frac{n_i}{\tau_i}; \tag{C.33}$$

c) далее вывести оценки для á, â по формулам:

$$\hat{\beta} = \frac{\hat{E}_t}{\hat{V}_t}; \tag{C.34}$$

$$\hat{\alpha} = \beta\hat{E}_t; \tag{C.35}$$

d) выразить глобальную оценку $\hat{\lambda}_i$ по формуле

$$\hat{\lambda}_i = \frac{\hat{\alpha}+n_i}{\hat{\beta}+\tau_i}. \tag{C.36}$$

Если $\varepsilon \in \left[0, \frac{1}{2}\right]$, то приблизительный доверительный интервал с уровнем 1 – ε для λ_i равен:

$$\left[q^{\Gamma}_{\hat{\alpha}+n_i,\ \beta+\tau_i}\left(\frac{\varepsilon}{2}\right);\quad q^{\Gamma}_{\hat{\alpha}+n_i,\ \beta+\tau_i}\left(1-\frac{\varepsilon}{2}\right)\right],$$

или, что то же самое:

$$\frac{q^{\Gamma}_{\hat{\alpha}+n_i,\ \beta+\tau_i}\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)}{2\left(\hat{\beta}+\tau_i\right)};\quad \frac{q^{\Gamma}_{\hat{\alpha}+n_i,\ \beta+\tau_i}\left(1-\frac{\varepsilon}{2}\right)}{2\left(\hat{\beta}+\tau_i\right)}.$$

С.3.3 Оценка интенсивности отказов при безотказной работе (байесовский подход)

С.3.3.1 Общие сведения

Примечание — Байесовский подход не всегда принимается управлениями по безопасности (например, в области применения ядерной энергетики).

При использовании описанного выше классического подхода возникают сложности, если наблюдаемое количество отказов равно нулю. Как вариант, в ситуации с отсутствием отказов можно применить байесовский подход с неинформативным априорным распределением. Если в течение времени *t* наблюдалось *n* отказов, то оценку интенсивности отказов в апостериорном распределении рассчитывают по формуле

$$\hat{\lambda} = \frac{2n+1}{2t}, \tag{C.37}$$

которая в случае с отсутствием отказов может рассчитываться по формуле

$$\hat{\lambda} = \frac{1}{2t}. \tag{C.38}$$

С.3.3.2 Оценочная функция постоянного уровня достоверности

Интенсивность отказов рассчитывают по формуле

$$\hat{\lambda} = \frac{n+0{,}7}{t}. \tag{C.39}$$

С.3.3.3 Преимущества

Преимущества данной оценочной функции:

- работает в случае безотказной работы;
- является однородной с точки зрения уровня достоверности;
- оценочная функция структурной средней величины стремится к оценке максимальной вероятности при увеличении *n*;
- простота использования.

Тем не менее при использовании указанных выше оценочных функций необходимо быть предельно внимательными в отношении того, используются ли они для отдельных видов отказов или для совокупной интенсивности отказов, включающей все виды отказов.

С.3.4 Отказ как функция в зависимости от циклов, а не времени

Для определенного оборудования, видов отказов или в определенных условиях данная модель является более реалистичной в отношении вероятности отказа как функции в зависимости от количества операций или циклов, а не времени. Данную модель следует применять, если предполагается, что количество операций является более весомым фактором возникновения отказа, чем фактическая наработка. Например, вероятность отказа соединителя будет намного выше, если его многократно подсоединять и отсоединять, по сравнению с соединителем, который подсоединяют один раз и оставляют в этом состоянии в течение не одного десятка лет. Следовательно, не время является основным фактором, а количество операций. В этом случае все принципы и формулы, приведенные в предыдущих подразделах, по-прежнему применимы, за исключением того, что переменную *t*, обозначающую время, заменяет переменная *c*, обозначающая количество циклов. Информация о применении циклов в целях надежности приведена также [*168*].

Следует отметить, что если количество циклов примерно постоянно во времени, то данной альтернативной модели может приблизительно соответствовать вероятность отказа как функции в зависимости времени. Однако это редко происходит, если интенсивность отказов (или средняя частота отказа) основана на данных, собранных с разных установок, географических местоположений и т. д. с разными условиями эксплуатации. Следует также отметить, что для одного класса оборудования можно использовать разные подвиды модели определения интенсивности отказов для разных механизмов или причин этих отказов, поскольку модель на основе времени может наиболее подходить для одних отказов (например, вызванных коррозией), а модель на основе циклов — для других (например, вызванных износом).

Тем не менее при проведении анализа на более высоком таксономическом (иерархическом) уровне необходимо быть предельно внимательными при использовании модели на основе циклов. Производительность установки, сооружения или системы можно оптимально выражать через модель на основе времени, поскольку количество циклов всей установки не имеет значения. В этом случае модели на основе циклов, используемые для оборудования, необходимо перевести в модель на основе времени по формуле

$$\text{СНО} = \text{СКЦО} / \xi, \qquad \text{(С.40)}$$

где ξ — ожидаемое количество циклов на единицу времени. Однако необходимо использовать эту модель в правой стороне данной формулы, поскольку она реагирует на возможные изменения в ожидаемом количестве циклов (см. также определение термина «среднее количество циклов на отказ» в *3.77*).

Слово «циклы» использовано при определении термина ввиду его наиболее частого применения, однако его можно заменить термином «запрос» (см. С.1.3). Таким образом, собранную информацию по запросам можно задействовать для расчета СКЦО, которое можно интерпретировать и как среднее количество запусков, приведших к отказу, и как среднее количество активаций, ставших причиной отказа и т. д., в зависимости от оборудования. Определение СКЦО приведено в *3.77*.

Соответствующий пример приведен в 3.2.13, пример 2 *[1]*.

Следует отметить, что некоторые виды отказов связаны с запросами, например «отказ пуска/останова/открытия/закрытия/подсоединения/отсоединения по запросу». Классы оборудования, для которых характерны подобные виды отказов, можно рассматривать как те, которым подходит анализ с использованием моделей на основе циклов или запросов, а не времени. Однако возникновения одного только вида отказа недостаточно, чтобы выявить оптимальную модель. Отказ арматуры можно зарегистрировать с указанием «отказ открытия по запросу». В этом случае один из возможных вариантов состоит в том, что отказ открытия вызван запросом, поскольку частое открытие арматуры постепенно его изнашивало до момента отказа. Другой вариант — арматура открывалась редко, с течением времени подверглась коррозии в закрытом состоянии, при открытии обнаружился скрытый отказ.

Это два совершенно разных сценария, но, как правило, для них указывается одинаковый вид отказа и одинаковый метод обнаружения (по запросу). В данном случае разницу между отказом по запросу и отказом, вызванным запросом, определяют только разные механизмы отказа: износ и коррозия соответственно. В зависимости от преобладающего механизма отказа надежность арматуры можно выразить в виде времени или количества циклов.

В целом, буровое оборудование, оборудование для заканчивания скважин и оборудование для проведения ГТМ по своей природе больше зависит от запроса, чем от времени. Другие классы оборудования в этой категории могут включать краны, загрузочные рукава, лебедки, мешалки, а также арматуру, как описано выше.

С.4 Ремонтопригодность

С.4.1 Общие сведения

В стандартизованной документации существует несколько стандартизованных определений термина «ремонтопригодность» (см. также *3.65*), а именно:

- возможность (в заданных условиях) объекта пройти ТО или процедуру восстановления за заданный период времени; состояние, в котором этот объект способен выполнять свои функции при условии осуществления ТО в рамках заданных условий, процедур и способов;

- измерение возможности объекта пройти ТО или процедуру восстановления в указанных условиях, если ТО выполняет персонал, обладающий достаточной квалификацией, и при условии осуществления ТО в рамках установленных процедур и ресурсов на всех заданных уровнях ТО и ремонта.

С.4.2 Математическое определение

С.4.2.1 Концепции ремонтопригодности

Существует вероятностная версия ремонтопригодности, аналогичная версии для концепции надежности и готовности:

вероятность того, что объект можно восстановить до определенного состояния в пределах заданного периода времени, если ТО осуществляет персонал, обладающий достаточной квалификацией, при использовании установленных процедур и ресурсов.

Терминология, связанная с продолжительностью простоя, рассмотрена также в С.5.5.2 и, как правило, относится к продолжительности корректирующего ТО, например СВВ и СОПР.

С.4.2.2 Параметры ремонтопригодности

В данном пункте представлен вероятностный метод измерения параметров ремонтопригодности помимо многих других индикаторов.

Ремонтопригодность $M(t)$ можно выразить по формуле

$$M(t)=P(RT\le t), \tag{С.41}$$

где RT — оперативная продолжительность ремонта объекта S, т. е. интервал времени от обнаружения отказа до восстановления;

$P(RT\le t)$ — вероятность того, что RT меньше времени t.

Следовательно, $M(t)$ является интегральной кривой распределения (ИКР) RT объекта S. Согласно определению ИКР, $M(t)$ — неубывающая функция в диапазоне от 0 до 1, поскольку t находится в пределах от 0 до бесконечности. Это означает, что при достаточном количестве времени отремонтировать (восстановить) можно любой объект.

В рамках свойства ИКР выразить $M(t)$ можно при помощи интенсивности отказов распределения, которая в данном случае представляет собой так называемую «интенсивность ремонта» $\mu(t)$.

Если интенсивность ремонта является постоянной, то ремонтопригодность $M(t)$ определяют по формуле

$$M(t)=1-\exp(-\mu\cdot t), \tag{С.42}$$

где μ — интенсивность ремонта, эквивалентная интенсивности отказов и обозначаемая как СВВ.

Следует отметить, что в зависимости от конкретного предмета оценки в качестве RT в формуле (С.41) можно использовать общую продолжительность простоя, часть продолжительности простоя или оперативную продолжительность ТО.

С.4.2.3 Интенсивность ремонта

Интенсивность ремонта μ — это параметр надежности, позволяющий оценить вероятность того, что данный объект будет отремонтирован в течение определенного периода задержки после отказа (вероятностная версия «ремонтопригодности» объекта).

Данный параметр существенен при проведении ПР (продолжительности ремонта), аналогичной такому же параметру интенсивности отказа для НО.

Интенсивность ремонта μ рассчитывают по формуле

$$\mu=\frac{n}{\sum RT_i}=\frac{1}{\text{СОПР}}, \tag{С.43}$$

где n — количество ремонтов;

RT_i — длительность i-го ремонта;

СОПР — средняя общая продолжительность ремонта.

Все данные можно собрать в условиях эксплуатации.

Данный параметр можно использовать для оценки ремонтопригодности объекта при помощи закона экспоненциального распределения по формуле

$$M(t)=1-\exp(-\mu\cdot t). \tag{С.44}$$

Более подробные вероятностные законы часто используют для моделирования ремонта. В этом случае интенсивность ремонта становится непостоянной величиной $\mu(t)$, а простая оценка в формуле (С.44) не применяется. Например, для оценки параметра логарифмически нормального распределения необходимо учитывать длительность различных RT_i.

С.4.2.4 Измерения и оценки

Индикатором параметров ремонтопригодности является СОПР рассматриваемого объекта. СОПР входит в состав СПП, возникшей в результате ремонта.

СОПР можно рассчитать, если сумму наблюдаемой продолжительности ремонта (полученной из обратной связи по данным) разделить на количество произведенных ремонтных работ по формуле

$$\widehat{\text{СОПР}} = \sum \frac{RT_i}{n}. \qquad \text{(С.45)}$$

Примечание — Если аналитическая форма $M(t)$ известна или выбрана, то можно установить взаимосвязь между параметрами закона экспоненциального распределения и значениями СОПР, рассчитанными в условиях эксплуатации.

При классическом варианте, когда формула (С.44) применима, а показатель μ (так называемая «интенсивность ремонта») является постоянным, производить расчеты легко. По мере увеличения количества собираемых данных оценка приближается к истинным математическим значениям. Проблему неопределенности можно решить с помощью классических видов статистического анализа.

Для более сложных случаев распределения интервалов между ремонтами (например, при логарифмически нормальном распределении), необходимо учитывать длительность различных наблюдаемых НО и выполнять аппроксимацию статистических данных.

При планировании сбора данных (см. 7.1.2) необходимо учесть различные методы регистрации продолжительности простоя (см. таблицу 4, а также рисунки 5 и 7 *[1]*) и выбрать соответствующие части продолжительности простоя для их включения в данные. В зависимости от выполняемых работ в СОПР могут входить несколько частей продолжительности простоя.

С.4.3 Ремонтопригодность (внутренние и внешние факторы)

В целях сравнения необходимо определить внутренний (связанный только с объектом) и внешний (зависящий от контекста) аспекты ремонтопригодности отдельных объектов:

- внутренняя ремонтопригодность учитывает только неотъемлемые характеристики, предусмотренные для облегчения осуществления ТО объекта;
- внешняя ремонтопригодность учитывает все, что зависит от контекста: логистику, обеспечение, организацию задач, отключение, включение.

Внешняя ремонтопригодность меняется от площадки к площадке, в то время как внутренняя ремонтопригодность не меняется. В целях исследования надежности должна быть возможность по отдельности проводить анализ и моделирование двух этих аспектов.

В целях сравнения целесообразно выделить те факторы ремонтопригодности, которые относятся исключительно к самому объекту (например, смазывание или простота демонтажа) и к внутренней ремонтопригодности, и те, которые связаны с местоположением (например, логистика, обеспечение, организация задач, отключение, включение) и соответственно внешней ремонтопригодностью.

С.4.4 Процедура компиляции регистрации данных о ремонтопригодности

При планировании сбора измерений и оценок ремонтопригодности отказов (см. 7.1.2) следует выбрать соответствующие измерения (см. С.5 для определения конкретных данных).

С.5 Интерпретации средней продолжительности

С.5.1 Общее правило

Среднюю продолжительность, в течение которой конкретный объект находился в определенных состояниях, можно измерить при помощи СПП, СНМО, СНО, СПР, СПРС и т. д. Средние значения являются достаточно точными приближениями при наличии ограниченного количества данных или при отсутствии в них выраженной тенденции. Однако если подобная тенденция (а часто она выражена) наблюдается, например интенсивность отказа (износ) растет или интенсивность отказа (приработка) снижается, средние значения могут привести к недостоверным выводам и, как следствие, к ошибочным решениям.

С.5.2 Средняя продолжительность простоя

Среднюю продолжительность простоя определяют как средний интервал времени, в течение которого объект находится в неработоспособном состоянии (см. определение неработоспособного состояния в *3.31*).

В это понятие входят любые задержки с момента возникновения отказа до восстановления работоспособности рассматриваемого объекта: обнаружение, запасные части, логистика, резерв, политика ТО, оперативная продолжительность ТО, повторная установка и т. д.

Данный параметр не является внутренним, поскольку он зависит от контекста использования объекта.

Следовательно, аналитику, выполняющему исследование надежности, прежде всего следует обратить внимание на конкретную часть этой продолжительности простоя, например СВВ (см. рисунок 4, а также рисунки 5—7 *[1]*).

С.5.3 Средняя наработка между отказами

Определение СНМО приведено в *3.80*.

С.5.3.1 Математическое определение СНМО

СНМО можно определить по формуле

$$\text{СНМО} = \text{СПРС} + \text{СПП}, \quad \text{(С.46)}$$

где СПРС — средняя продолжительность работоспособного состояния;

СПП — средняя продолжительность простоя, определяемая в обычных условиях по формуле

$$\text{СПП} = \text{СНО} + \text{СВВ}, \quad \text{(С.47)}$$

где СНО — средняя наработка на отказ;

СВВ — среднее время восстановления.

Как и СПП, СНМО не является внутренним, поскольку он зависит от контекста использования объекта.

С.5.3.2 Области применения СНМО

СНМО рассчитывают и используют в различных целях (для объекта и оборудования, обслуживания, площадки и т. д.). Объектами и оборудованием в основном занимаются инженеры по надежности, а остальными аспектами — специалисты по ТО.

С.5.4 Средняя наработка до отказа (СНО)

Определение СНО приведено в *3.79*.

С.5.4.1 Математическое определение СНО

Данный параметр связан с интенсивностью отказов λ рассматриваемого объекта и определяется по формуле

$$\text{СНО} = 1/\lambda, \quad \text{(С.48)}$$

где λ — интенсивность отказов, действительная только для постоянной интенсивности отказа.

С.5.4.2 Область применения СНО

С научной точки зрения данный параметр охватывает только первый отказ нового объекта до проведения на нем каких-либо задач ТО. При качественном ремонте, по результатам которого отремонтированный объект полностью восстановлен, параметр СНО равен СПРС.

Следует внимательно изучить данный термин и учитывать, что на практике СНО и СПРС часто путают (см. определение СПРС). Кроме того, определениями частоты отказа (см. *3.97*) и интенсивности отказа часто описывают возникновение отказов.

Примечание — СНО, как правило, связана с предположением об экспоненциальном распределении (например, постоянная интенсивность отказов), а также используется для других распределений, например для нормального распределения и распределения Вейбулла. Формулы (С.46)—(С.48) справедливы только для предположения об экспоненциальном распределении для СНМО и СНО. Кроме того, обязательным условием является измерение всего времени в одном временном измерении (глобальное или локальное время).

С.5.5 Средняя общая продолжительность ремонта

Определения СОПР приведены в *3.81*.

С.5.5.1 Математическое определение СОПР

Данный параметр связан с интенсивностью ремонта μ рассматриваемого объекта и определяется по формуле

$$\text{СОПР} = 1/\mu, \quad \text{(С.49)}$$

где μ — интенсивность ремонта.

С.5.5.2 Области применения СОПР

Наименование «СОПР» по сути связано только с оперативной продолжительностью корректирующего ТО, которая включается в состав продолжительности простоя, но в зависимости от исследования может варьироваться в диапазоне от продолжительности корректирующего ТО до общей продолжительности простоя. В этом случае вместо термина «ремонт» можно использовать термин «восстановление». Однако в общем случае продолжительность простоя больше, чем оперативная продолжительность ТО (см. также рисунок 5, 3.1.31 СПР, 3.1.32 СВВ, 3.1.33 СОПР и 3.1.34 *[1]*).

Если помимо упомянутого выше корректирующего ТО (ремонта) учитывают и ПТО, то среднюю продолжительность ТО (СПТО), выраженную в часах, можно рассчитать по формуле

$$\text{СПТО} = \frac{(t_{mc} \cdot M_C) + (t_{mp} \cdot M_p)}{(M_C + M_p)}, \quad \text{(С.50)}$$

где t_{mc} — общая продолжительность корректирующего ТО или ремонта, ч;

t_{mp} — общая продолжительность ПТО, ч;

M_C — общее количество действий (ремонтных работ), совершенных в рамках корректирующего ТО;

M_p — общее количество действий, совершенных в рамках ПТО.

С.5.6 Средняя продолжительность работоспособного состояния

При идеальном ремонте, когда отремонтированный объект полностью восстановлен, СПРС равна СНО. При неудовлетворяющем результате ремонта или если только отремонтирована какая-то часть оборудования, СПРС и СНО являются двумя разными параметрами (см. также С.5.4).

С.5.7 Процедура компиляции регистрации данных о средней продолжительности

При планировании сбора измерений и оценок средней продолжительности (см. 7.1.2) следует выбрать для информации соответствующие измерения, приведенные в настоящем разделе.

С.6 Испытания на скрытые отказы в системах безопасности

С.6.1 Общие правила

Существует два общих правила, которые можно использовать для введения требуемого интервала проведения испытаний для функции обеспечения безопасности со скрытыми отказами:

- требуемая готовность.

Данный подход строится на оценке риска, для которого вводят критерий допустимости абсолютного риска. Исходя из этого каждой функции обеспечения безопасности установки/системы/элемента оборудования присваивают требования к надежности. Данный подход соответствует *ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-4 — ГОСТ Р МЭК 61508-7* и *ГОСТ Р МЭК 61511-1 — ГОСТ Р МЭК 61511-3*;

- экономическая готовность.

При определенных обстоятельствах последствия отказа системы обеспечения безопасности в опасной ситуации можно свести исключительно к экономическим. В этом случае целесообразно ввести программу ПТО, оптимизировав общие затраты путем сравнения затрат на ПТО и затрат от отказа системы обеспечения безопасности (см. *[169]—[171]*).

Необходимо собирать данные как по отказам, возникшим до проведения испытания (истинные скрытые отказы), так и по отказам, возникшим в результате этого испытания (например, отказ на основе циклов, человеческая ошибка, неготовность оборудования в процессе проведения испытания).

С.6.2 Требуемая готовность

Данная ситуация отличается наличием верхнего предела L_{PFD}, который не должна превышать средняя вероятность возникновения скрытого отказа, наблюдаемого по запросу. Рассчитать требуемый для этого интервал проведения испытаний τ можно с помощью приближения по формуле

$$\tau = \frac{2L_{PFD}}{\lambda}, \qquad (С.51)$$

где L_{PFD} — верхний допустимый предел средней вероятности возникновения отказа по запросу;

λ — интенсивность отказа для отказов по запросу.

Согласно данной формуле испытание не оказывает негативного влияния ($\gamma = 0$), а СОПР можно пренебречь.

Среднюю вероятность отказа по запросу *PFDavg* можно рассчитать по формуле

$$PFDavg = \lambda\frac{\tau}{2} + \frac{\lambda}{\mu} + \frac{\gamma}{\mu\tau}, \qquad (С.52)$$

где γ — интенсивность отказа на основе циклов;

τ — временной интервал проведения испытания;

μ — интенсивность ремонта.

Оптимальный интервал проведения испытания τ_{opt} рассчитывают по формуле

$$\tau_{opt} = \sqrt{2\gamma / (\lambda \cdot \mu)}. \qquad (С.53)$$

Более подробная информация о расчетах готовности приведена в *[1]* (например, 3.1.16).

С.6.3 Математическое определение экономической готовности

Под термином «экономическая готовность» подразумевается система обеспечения безопасности, классифицируемая как УПБ 1 в соответствии с *ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-4 — ГОСТ Р МЭК 61508-7*. Это означает, что в отношении готовности системы отсутствуют обязательные требования. Тем не менее в том, что касается потенциального экономического ущерба, такая защитная система может быть значимой. Примером служит отключение вибрации на насосе, при действии которого должна быть остановлена работа насоса при достижении определенного уровня вибрации. При отказе функции отключения вибрации повреждение насоса может быть значительным. В этой ситуации необходимо использовать

следующий подход: выполнить экономическую оптимизацию, при которой затраты на проведение испытания сравниваются с ожидаемыми затратами, связанными с отказами.

Математически эту идею можно выразить в виде приближения для общих ожидаемых затрат $E(C_T)$ по формуле

$$E(C_T) = \frac{1}{2}\lambda_{fto} \cdot \tau \cdot f \cdot \frac{C_m}{\tau}, \quad \text{(C.54)}$$

где λ_{fto} — средняя интенсивность отказа для вида отказа «не работает»;

f — частота событий при предполагаемой активации системы обеспечения безопасности;

C_m — затраты на каждую задачу в рамках ПТО или испытания;

τ — интервал проведения испытания.

Оптимальный с экономической точки зрения интервал проведения испытаний можно определить путем нахождения производной от общих ожидаемых затрат, приравняв ее к нулю, по формуле

$$\tau = \sqrt{2C_m / (\lambda_{fto} \cdot f \cdot C_f)}, \quad \text{(C.55)}$$

где C_f — разница в затратах между устранением последствий опасной ситуации, когда система обеспечения безопасности работает и когда она не работает.

Пример — Для пожарной сигнализации f — это частота возникновения пожара.

Пример — Для автоматической системы пожаротушения C_f — это разница в ущербе в результате автоматической активации системы пожаротушения, а не в результате пожара. Во многих случаях требуется провести обобщенную оценку риска, чтобы рассчитать C_f. Например, в случае пожара одним из существенных аспектов оценки является вероятность наличия людей, которые смогут обнаружить пожар и вручную активировать пожарное оборудование.

Также следует учитывать затраты на приостановку работы установки при обнаружении отказа в результате проведения испытания и затраты на приостановку работы в результате выявления ложного отказа.

С.6.4 Работа с неопределенностью

Неопределенность, связанную со значениями прогнозируемой надежности и готовности, следует учитывать и по возможности количественно оценивать. Количественная оценка может быть выполнена в форме распределения неопределенности для ожидаемого значения показателя производительности или показателя распространения этого распределения (например, квадратическое отклонение, интервал прогнозирования).

Основные факторы изменчивости (а значит, стохастической неопределенности в прогнозировании) следует выявить и проанализировать. Кроме того, следует рассмотреть факторы, обусловливающие неопределенность в результате моделирования параметров надежности, и сделать соответствующие предположения (см., например, *[172]*).

Можно провести анализ значимости и чувствительности для описания чувствительности используемых вводных данных и сделанных предположений.

Более подробные руководящие указания в отношении работы с неопределенностью приведены в приложении О *[1]*.

С.6.5 Испытания в процессе изготовления или квалификационные испытания

Для испытаний в процессе изготовления или квалификационных испытаний (испытание надежности или ускоренное испытание) потребуется проведение различных статистических анализов, например оценка интенсивности отказов (или частоты отказа). Более подробная информация приведена в *ГОСТ Р ИСО 20815—2013 (раздел I.9)* и *ГОСТ Р 51901.16*.

С.7 Человеческая ошибка как фактор влияния на рабочие параметры оборудования

Поведение человека оказывает на рабочие параметры оборудования как положительное, так и отрицательное влияние. Однако акцент делается на негативном влиянии, которое называется человеческой ошибкой. «Ошибка» (см. *3.45*) и «человеческая ошибка» (см. *3.98*) (см., например, *[173]*) определены как «несоответствие». В первом случае — это несоответствие истинного и измеренного состояния объекта, а во втором — несоответствие предписанного поведения (и ожидаемого результата) и фактического поведения (и фактического результата). Однако в настоящем стандарте термин «ошибка» уточняется его лексическим окружением. Словосочетания с термином «ошибка»:

- человеческая ошибка (см. *3.98*, таблицу В.3, С.1.10, С.6);
- ошибка программного обеспечения (см. *3.46*, таблицу В.2);
- ошибка оператора (см. таблицу В.3);
- погрешность поверки (см. таблицу В.2);
- отказ, вызванный дефектом изготовления (см. таблицу В.3);

- отказ, связанный с установкой (см. таблицу В.3, С.1.6);
- ошибка ТО (см. таблицу В.3);
- ошибка в документации (см. таблицу В.3);
- ошибка управления (см. таблицу В.3);
- ошибка конструкции (см. В.2.3.2, С.1.6);
- ошибка управления и мониторинга (отключение) (см. С.1.8);
- вычислительная ошибка (см. С.1.11).

Во всех указанных выше случаях дело может быть как непосредственно в человеческой ошибке, например ошибка управления, ошибка оператора, ошибка ТО (см. таблицу В.3), так и в том, что человеческая ошибка послужила причиной отказа оборудования (например, ошибка поверки в таблице В.2). Человеческую ошибку, как правило, рассматривают в качестве основной возможной причины отказа оборудования.

Перечень причин возникновения человеческих ошибок может быть обширным. Информация о человеческих факторах касательно функций, задач, качества работы, типов ошибок, моделирования ошибок и оценки приведена в 5.5 и приложении Н *[1]*. Причем в данном источнике рассмотрены прежде всего случайные человеческие ошибки (см. классификацию отказов на рисунке В.5 *[1]*).

Приложение D
(справочное)

Типовые требования к данным

D.1 Общие сведения

Данные по НиТО применяют в различных областях, поэтому необходимо тщательно отбирать данные для сбора (см. раздел 7), чтобы их тип соответствовал целевому назначению. Типы рассматриваемых анализов перечислены в таблице D.1, в которой также приведены другие подходящие международные и отраслевые стандарты.

Таблица D.1 — Области применения и типы анализов

Области применения	Тип применяемого анализа	Сокращение	Согласно настоящему стандарту	Ссылки
Для безопасности	А1 — количественная оценка риска	КОР	Да	*По ГОСТ Р ИСО 17776, ГОСТ Р 58771 (см. [174])*
	А2 — обследование на основе оценки риска	ООР	Да	См. [175]
	А3 — уровень полноты безопасности	УПБ	Да	*По ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-4 — ГОСТ Р МЭК 61508-7, ГОСТ Р МЭК 61511-1 — ГОСТ Р МЭК 61511-3 (см. [1])*
	А4 — оценка воздействия на окружающую среду и население	ОВОСиН	Да	*По ГОСТ Р ИСО 14001*
СЖЦ/ оптимизация/ТО	В1 — стоимость жизненного цикла	СЖЦ	Да	*По ГОСТ Р МЭК 60300-3-3 (см. [169]—[171])*
	В2 — эксплуатационная готовность	ЭГ	Да	*По* ГОСТ Р ИСО 20815
	В3 — анализ готовности	АГ	Да	*По* ГОСТ Р ИСО 20815
	В4 — ТО на основе надежности	НОТО	Да	*По ГОСТ Р 27.606 (см. [176], [177], [178])*
	В5 — анализ запасных частей	АЗЧ	Да	*См. [179], по ГОСТ Р 27.601*
	В6 — анализ вида, эффектов и критичности отказов	АВПКО	Да	*По ГОСТ Р 27.303*
	В7 — анализ данных о статистической надежности	АДСН	Да	*По ГОСТ Р 51901.5 (см. [180])*
	В8 — структурная надежность	СН	Да	*По ГОСТ Р 54483 (см. [181])*
	В9 — анализ основных причин	АОП	Да	См. [182]
Общие	С1 — планирование численности персонала	ПЧП	Да	*См. [176]*
	С2 — методика «шести сигм»	6Σ	Частично	*По ГОСТ Р ИСО 13053-1*
	С3 — анализ дерева неисправностей	АДН	Да	*По ГОСТ Р 27.302*
	С4 — анализ цепей Маркова	АЦМ	Да	*По ГОСТ Р МЭК 61165*
	С5 — сеть Петри для анализа Монте-Карло	СПА	Да	См. [183]

D.2 Коммерческая ценность сбора данных

В ходе различных этапов проекта разработки месторождения (от выбора концепции до производственного этапа) необходимо принимать большое количество решений, многие из которых опираются на виды анализов,

представленных в таблице D.1. Как правило, эти решения оказывают значительное влияние на экономику и безопасность проекта, поэтому оптимальные решения должны быть основаны на надежных моделях и высококачественных данных. Примеры областей, в которых принимаются подобные решения, приведены в разделе 6.

D.3 Требования к данным

В процессе разработки настоящего стандарта проведен анализ расхождений с целью выявления требований, предъявляемых к данным в различных видах анализа надежности, готовности, ремонтопригодности и безопасности. В таблицах ниже представлена сводная информация о видах анализов расхождений, в которой приведены данные, которые необходимо зарегистрировать для каждого вида анализа. Каждый аналитик присваивал требованиям к данным следующие значения:

a) как правило, требуется; представлено в виде 1 в таблицах D.2—D.4;

b) иногда требуется; представлено в виде 2 в таблицах D.2—D.4.

Затененные ячейки указывают на параметры, данные для которых рассмотрены в настоящем стандарте. Незатененные ячейки указывают на параметры, определенные в результате проведения анализов расхождений в качестве новых параметров, которые можно учесть в дальнейшем.

Некоторые рекомендованные параметры (например, средняя частота отказа или интенсивность отказа) не представляется возможным зарегистрировать напрямую. Их необходимо рассчитывать исходя из других имеющихся данных. Они получили наименование «расчетные параметры надежности» (см. приложение С).

Элементы данных в таблицах D.2 и D.4 следует рассматривать в сочетании с элементами данных, представленными в таблицах 5, 6 и 8.

D.4 Описание видов анализа

Сводная информация о видах анализа и соответствующих стандартах представлена в ГОСТ Р ИСО 20815.

Таблица D.2 — Данные об оборудовании, подлежащие регистрации

Данные, подлежащие регистрации [a]	Тип анализа, применяемый к зарегистрированным данным																		Комментарии
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	C1	C2	C3	C4	C5	
	КОР	ООР	УПБ	ОВОСиН	СЖЦ	ЭГ	АГ	НОТО	АЗЧ	АХЭ	АДСН	СН	АОП	ПЧП	6Σ	АДН	АЦМ	СПА	
Местоположение оборудования	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	Соответствует характеристикам оборудования (инвентарный номер оборудования) в таблице 5
Классификация	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	Соответствует классификации (класс оборудования, тип оборудования, система) в таблице 5
Данные установки	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	Соответствует различным элементам данных классификации в таблице 5
Данные о производителе	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	Соответствует характеристикам оборудования (наименование производителя и обозначение модели) в таблице 5
Конструктивные характеристики	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	—
Период наблюдения	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	—
Общая наработка	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	—
Количество запросов	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	—
Режим эксплуатации	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	—
Интенсивность отказа по общей причине (частота)	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	Расчетный параметр: можно вычислить путем извлечения данных с причиной отказа «Общий отказ» (см. таблицу B.3)
Доверительные интервалы	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Расчетные параметры (см. приложение C)
Комплект запасных частей	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—

[a] Определение кодов/сокращений (например, A1, КОР и т. д.) см. в таблице D.1.

Таблица D.3 — Данные об отказе, подлежащие регистрации

Данные, подлежащие регистрации [a]	Тип анализа, применяемый к зарегистрированным данным																		Комментарии
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	C1	C2	C3	C4	C5	
	КОР	ООР	УПБ	ОВОСиН	СЖЦ	ЭГ	АГ	НОТО	АЗЧ	АХЭ	АДСН	СН	АОП	ПЧП	6Σ	АДН	АЦМ	СПА	
Вид оборудования	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	На этих уровнях для неисправного оборудования показывается вид, подвид и единица ТО оборудования/элемент
Подвид	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	—
Единица ТО	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	—
Вид отказа	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—
Влияние отказа на работу оборудования	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	—
Механизм отказа	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	—
Причина отказа	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	—
Метод обнаружения	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	—
Влияние отказа на работу установки	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	»
Дата отказа	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	Обязательный параметр для всех видов анализа жизненного цикла, например диаграмма изотермического превращения, распределение Вейбулла и т. д. Не рекомендуется исключать
Скорость внешней утечки	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Дополнительные требования к данным в КОР могут включать размеры скважин и объемы утечек. В некоторых случаях может оказаться полезной состыковка/возможность отслеживания случайных событий в специальных базах данных и в базах данных по НиТО
Интенсивность отказа (частота)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	Расчетное значение (см. приложение С)
Интенсивность отказа по общей причине (частота)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	2	Можно определить как одну конкретную причину отказа (см. С.1.6)
Доверительный интервал	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Расчетное значение (см. приложение С)

Окончание таблицы D.3

Данные, подлежащие регистрации [a]	Тип анализа, применяемый к зарегистрированным данным																		Комментарии
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	C1	C2	C3	C4	C5	
	КОР	ООР	УПБ	ОВОСиН	СЖЦ	ЭГ	АГ	НОТО	АЗЧ	АХЭ	АДСН	СН	АОП	ПЧП	6Σ	АДН	АЦМ	СПА	
Механизм повреждения	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	Частично рассмотрено в механизме и причине отказа
Рекомендуемая мера по устранению причины отказа	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	—
Запасная часть	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—
Вероятность отказа по запросу	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	Значение, рассчитанное при помощи набора видов отказов, рассмотренных в настоящем стандарте (см. также таблицу B.15 и приложение F)
[a] Определение кодов/сокращений (например, A1, КОР и т. д.) см. в таблице D.1.																			

Таблица D.4 — Данные о ТО, подлежащие регистрации

Данные, подлежащие регистрации[a]	Тип анализа, применяемый к зарегистрированным данным																		Комментарии
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	C1	C2	C3	C4	C5	
	КОР	ООР	УПБ	ОВОСиН	СЖЦ	ЭГ	АГ	НОТО	АЗЧ	АХЭ	АДСН	СН	АОП	ПЧП	6Σ	АДН	АЦМ	СПА	
Категория ТО	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	—
Работы по ТО	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	—
Продолжительность простоя	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	—
Оперативная продолжительность ТО	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	—
Трудоемкость ТО, по категориям	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	—
Трудоемкость ТО, общая	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	—
Дата проведения работ по ТО	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	—
Влияние ТО на работу установки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—

Окончание таблицы D.4

Данные, подлежащие регистрации[a]	Тип анализа, применяемый к зарегистрированным данным																		Комментарии
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	C1	C2	C3	C4	C5	
	КОР	ООР	УПБ	ОВОСиН	СЖЦ	ЭГ	АГ	НОТО	АЗЧ	АХЭ	АДСН	СН	АОП	ПЧП	6Σ	АДН	АЦМ	СПА	
Длительность цикла	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—
Запасная часть	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	—
Длительность цикла ремонтной мастерской	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	См. приложение Е, таблица Е.3, КПЭ 27
Средства ТО	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	—
Частота ремонта	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	Расчетное значение (см. приложение С)
Эффективность испытаний	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	Расчетное значение, определяемое как доля отказов, обнаруженных во время испытания
Доверительный интервал	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Расчетное значение (см. приложение С)
Приоритет ремонта	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	—
Интервал испытаний	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	—

[a] Определение кодов/сокращений (например, A1, КОР и т. д.) см. в таблице D.1.

D.5 Источники данных по надежности

Источники данных по надежности могут быть различных видов, как показано в таблице D.5.

Таблица D.5 — Классификация источников данных по надежности

Источник данных	Описание
1 Общие данные	Данные по надежности, относящиеся к семействам схожего оборудования. Общими данными могут быть: компьютерные базы данных, как правило, объединенные в таблицы с данными с несколькими характеристиками оборудования. Сопутствующий сбор архивных данных может быть выполнен в соответствии с опубликованными стандартами. Справочники с опубликованными данными (например, справочник [*184*]), иногда упрощенные версии компьютерных баз данных. Формат зависит от издателя. Такие справочники, как правило, содержат архивные данные, например эксплуатационный опыт работ. Справочники с опубликованными данными основаны на экспертном мнении, а не на архивных эксплуатационных данных или лежащей в их основе базе данных. Данные могут быть применимы к одной конкретной отрасли или собраны для нескольких отраслей. Примечание — Некоторые промышленные инициативы могут предоставить другие данные (например, отказы, обнаруженные в процессе испытания), которые могут быть полезны для ввода данных по надежности.
2 Специальные данные по оператору/компании	Данные по надежности или индикаторы надежности, основанные на эксплуатационном опыте работы отдельно взятой компании. Такие данные могут быть установлены одним оператором/нефтяной компанией на основе: - одной или нескольких установок; - собственной интерпретации различных источников данных: - ключевых показателей эффективности (КПЭ). Примечания 1 Такие специальные данные по оператору/компании могут быть частью совместной отраслевой базы общих данных по надежности или принадлежать исключительно компании. 2 Такие данные также могут быть частью базы данных компании, соответствующей настоящему стандарту. 3 В приложении Е приведены примеры КПЭ. 4 События, зарегистрированные в СУТО, не являются данными по надежности, но их можно использовать для введения определенных индикаторов надежности (например, КПЭ)
3 Данные производителя	Данные по надежности, подготовленные с помощью конкретных данных производителя в отношении конкретного продукта. Такие данные могут основываться: - на эксплуатационном опыте работ: - самого производителя. Эти данные могут соответствовать или не соответствовать международному стандарту; - пользователей (например, специальные или общие данные, упомянутые выше); - АВПКО/исследовании элемента; - лабораторном испытании, например на ускоренном испытании на долговечность и испытании надежности. Это может быть применимо к оборудованию, изготовленному с использованием новых технологий, для которого еще не существует эксплуатационных данных. Такие предварительные эксплуатационные данные, как правило, должны называться «предварительные эксплуатационные данные или опытные данные по надежности» в отличие от фактического эксплуатационного опыта работ. Информацию о статистических испытаниях и методах оценки роста надежности см. в *ГОСТ Р 51901.16*
4 Экспертное мнение	Экспертное мнение включает в себя: - общие требования специалиста по оборудованию систем безопасности; - использование методов статистического экспертного анализа (например, метод Дельфи и т. д.) с целью задействовать различные квалифицированные источники в качестве вводных данных для анализа надежности (см. *[185]* и *[166])*
5 Данные о человеческих ошибках	Существуют различные источники данных о человеческих ошибках. В приложение Н.2 *[1]* приведены рекомендации в отношении вероятности совершения человеческих ошибок

Слабой стороной на практике является недостаточное внимание, уделяемое качеству вводных данных. Следовательно, процедура оценки обнаруженных в источниках данных по надежности имеет большое значение для проверки достоверности результатов при принятии решений с учетом возможных рисков. Более подробная информация об этом виде оценки приведена в *ГОСТ Р ИСО 20815—2013 (приложение Е)*.

a) Общие данные

Общие данные часто (но необязательно, см. таблицу D.5) основаны на практическом опыте, полученном на нескольких установках и на ряде сопоставимых типов оборудования, например на пожарных извещателях пламени от разных поставщиков. В этом случае общие данные отражают своего рода средние ожидаемые эксплуатационные характеристики.

На ранних этапах проекта выбор в пользу общих данных часто делается ввиду отсутствия подробной информации, поскольку не все решения в отношении характеристик оборудования приняты. Однако на более поздних этапах проекта следует по возможности применять достоверные прикладные данные или данные по оборудованию, если они надлежащим образом задокументированы и считаются уместными.

b) Специальные данные по оператору/компании

Органы власти требуют, чтобы компании контролировали свои защитные ограждающие устройства на протяжении всего срока службы установки. Следовательно, часто операторы обязаны собирать данные об отказах по конкретной установке в процессе ТО и эксплуатации. В процессе анализа модернизации такие данные соответствуют задаче документального оформления периода эксплуатации конкретного оборудования. Однако, поскольку статистическая достоверность данных, полученных только с одной установки, может быть низкой (или все потенциальные события отказа, возможно, еще не произошли на этой установке), анализ надежности редко основан только на этих данных. Тем не менее для некоторого оборудования, устанавливаемого в большом количестве (например, пожарных извещателей и датчиков загазованности), применение данных, полученных только с одной установки, может быть оправдано.

c) Данные производителя

Аналитики часто говорят о том, что данные, предоставляемые производителем, значительно «лучше» сопоставимых общих данных (т. е. интенсивность отказов ниже). Это вызвано несколькими причинами, например: неоднородным качеством оборудования, учитываемыми видами отказов и определением границ оборудования. Другим значимым фактором является тот факт, что из данных производителя часто исключаются отказы, вызванные воздействующими факторами окружающей среды, в частности: неправильным срабатыванием, отказами установки, ошибками ТО и т. д. Это можно понять, поскольку производители занимаются продажей и не хотят включать отказы, вызванные внешними факторами, а не самим оборудованием. Кроме того, если поставщик берет плату за анализ отказов, то это является фактором, препятствующим возврату неисправных элементов. Еще один фактор заключается в том, что от операторов, использующих это оборудование, поступает недостаточно обратной связи (особенно по истечении гарантийного срока), поэтому производителю сложно вывести достоверную оценку интенсивности отказов. Следовательно, при применении данных, полученных от производителей, интенсивность отказов может оказаться заниженной, как и потребности, рассмотрения которых необходимо проводить более тщательно. В связи с чем рекомендуется придерживаться принципов настоящего стандарта с целью повышения качества данных и обмена информацией по возникающим вопросам.

При использовании данных производителя инженер по надежности должен обязательно учитывать отказы, вызванные блокировкой соединений, которые часто входят в состав эксплуатационных данных, но исключаются из данных производителя.

d) Данные, основанные на экспертном мнении

Привлечение экспертов к оценке данных по надежности требует проведения квалификационной оценки, которая установит, что данный эксперт является экспертом в конкретном оборудовании и понимает методы, используемые в оценке данных по надежности. Настоящий стандарт содержит эффективные руководящие указания по этим вопросам несмотря на то, что в нем рассмотрены не все типы оборудования. Привлечение экспертов также может быть целесообразным для проведения независимых проверок и понимания того, каким образом происходит передача данных по надежности, например: количество наблюдаемых событий для заданного комплекта видов оборудования на одной установке в течение конкретного интервала времени будет эффективнее прогнозируемой интенсивности отказов, выраженной в виде 10^{-6}/ч. Существуют отдельные методы проведения экспертного анализа данных.

e) Данные о человеческих ошибках

Для количественной оценки некорректных человеческих действий можно использовать наблюдение и прочую информацию:

- общие данные (справочные таблицы);
- собранные данные (расчетная вероятность человеческой ошибки), конкретные для выполняемой задачи;
- методы оценки (экспертное мнение);
- комбинация всего вышеперечисленного.

Приложение Е
(справочное)

Ключевые показатели эффективности и сравнительный анализ по исходным данным

Е.1 Общие сведения

Данные по НиТО можно использовать для разработки и управления КПЭ, а также для компиляции информации по результатам сравнительного анализа. Задача сравнительного анализа и КПЭ — помочь в управлении усовершенствованием бизнес-процессов. В данном приложении рассмотрено несколько примеров КПЭ, которые можно расширить по мере необходимости с использованием таксономической классификации, представленной на рисунке 3 (см. также *[186]* и *[187]*).

Процесс, представленный на рисунке Е.1, является упрощенной версией процедуры разработки КПЭ.

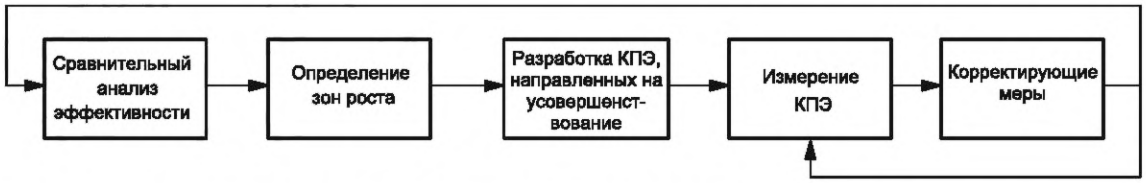


Рисунок Е.1 — Процесс применения КПЭ и сравнительного анализа для усовершенствования показателей эффективности

КПЭ должны соответствовать определенным целям организации. Следовательно, организация может выбрать любые КПЭ, которые позволят ей максимально улучшить собственные показатели эффективности.

Усовершенствование — неотъемлемая часть успешных компаний. Показатели эффективности и сравнительный анализ могут быть крайне эффективными в определении и улучшении зон максимального роста.

Описание каждого блока процесса, представленного на рисунке Е.1, приведено в перечислениях a) — e).

a) Сравнительный анализ эффективности

Исходные данные сравнительного анализа применяют для определения показателей эффективности организации в ключевых областях. В дальнейшем эти исходные данные можно использовать для сравнения (как правило, внешнего) с организациями в аналогичной или схожей отрасли или с организациями из других отраслей, но с похожими бизнес-процессами.

Однако анализ различий в показателях эффективности по сравнению с равноценными, но более эффективными компаниями — это только половина сравнительного анализа. Анализ, который можно провести на основе различий в особенностях сооружений, принятых практик и самих организаций (причинных факторов), которые могли бы объяснить эти различия в показателях эффективности, также является незаменимым источником информации для участников сравнительного анализа.

b) Определение зон роста

Исходя из данных внешнего сравнительного анализа и целей организации можно определить зоны роста. К зонам роста не всегда относят зоны с низкими (по сравнению с исходными данными сравнительного анализа) показателями эффективности, поскольку зоны с низкими показателями эффективности не в полной мере могут соответствовать зонам, критически важным для достижения целей бизнеса.

Кроме того, сравнительный анализ — это инструмент, обеспечивающий обоснование для предварительного обязательства руководства и инвестиций в ресурсы, которые будут задействованы для успешной реализации проекта по улучшению показателей эффективности. Сравнительный анализ можно проводить внутри компании, отрасли или для разных отраслей (при условии, что будут рассмотрены одинаковые бизнес-процессы). В указанном выше случае наиболее результативным способом улучшения показателей эффективности является процесс объединения в одну группу «лучших из лучших». Использование исходных данных сравнительного анализа в рамках одной отрасли позволяет компании пересмотреть свои целевые показатели эффективности и обоснование существующих политик и практик в контексте более эффективных компаний в этой отрасли.

c) Разработка КПЭ, направленных на усовершенствование

В зонах потенциального роста необходимо разработать КПЭ. У каждого КПЭ должен быть целевой уровень эффективности. КПЭ и целевой показатель по возможности должны соответствовать следующим критериям: конкретность, измеримость, достижимость (но необходимо опережение), реалистичность и ограниченность во времени (например, можно отслеживать улучшение показателей эффективности в динамике). Периодичность измерения КПЭ зависит от реалистичных ожиданий в отношении времени, необходимого для того, чтобы корректирующая мера оказала воздействие на уровень эффективности. Следовательно, отсутствует мотивация измерять и анализировать параметры, если они не меняются при каждом измерении, однако не следует прибегать к другой крайности и измерять параметры редко, поскольку в этом случае они могут длительное время быть неконтролируе-

мыми. Кроме того, должны быть учтены время, затраты и ресурсы, необходимые для разработки, поддержания и управления КПЭ, поскольку от этого также зависит возможное количество достоверных КПЭ.

d) Измерение КПЭ

КПЭ необходимо измерять и по возможности регистрировать в пределах существующих систем. Помимо измерения КПЭ необходимо также сравнивать полученный результат с целевым значением и выявлять любые причины отклонений.

e) Корректирующие меры

Следует выявлять причины таких отклонений и принимать корректирующие меры на постоянной основе.

В данном приложении особое внимание уделено КПЭ и сравнительному анализу исходных данных для эксплуатационных организаций, однако этот же процесс можно (и рекомендуется) применять для более широкой цепочки поставок. Например, производители оборудования могут принимать аналогичные меры для регистрации данных о конструкции и фактических рабочих показателях своей продукции, тем самым повышая эффективность подбора оборудования и помогая обеспечить стабильную эксплуатационную готовность (или готовность системы), а также показатели в сфере техники безопасности, охраны здоровья и охраны окружающей среды на нефтегазопромысловых сооружений. Использование определений терминов, определений границ и качества данных в соответствии с настоящим стандартом является ключевым фактором для оптимального сбора данных в этой области.

Е.2 Соответствие целям бизнеса

Е.2.1 Общие сведения

КПЭ соответствуют целям организации в отношении сооружения (или работ), а зоны роста выявляются и внедряются с целью достижения запланированных целей организации. Пример соответствия КПЭ целям бизнеса приведен на рисунке Е.2.

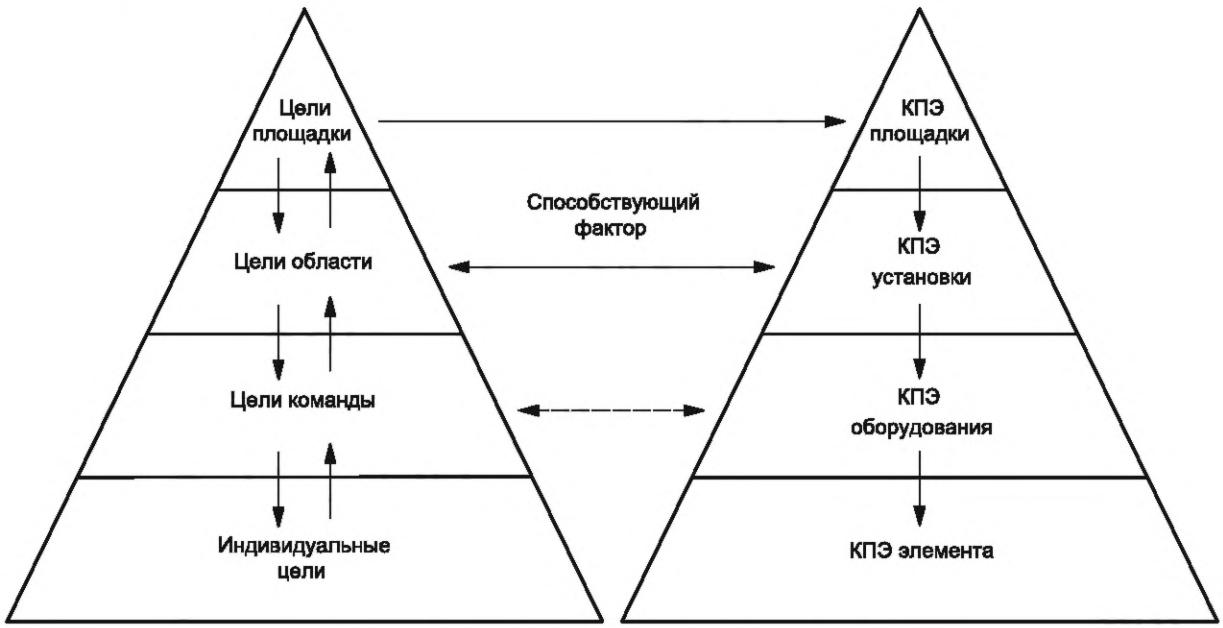


Рисунок Е.2 — Соответствие КПЭ целям бизнеса

Е.2.2 Различия между исходными данными сравнительного анализа и КПЭ

Различия между исходными данными сравнительного анализа и КПЭ незначительны. Основное различие между КПЭ и исходными данными связано с их использованием на практике. КПЭ применяют для управления усовершенствованием на постоянной основе и для определения прогресса по достижению предустановленного целевого значения. Исходные данные сравнительного анализа используют в качестве одноразового или редко повторяемого события с целью определения текущих уровней эффективности по сравнению с другими организациями, задействованными в аналогичном процессе.

В таблице Е.1 кратко представлены основные различия.

Таблица Е.1 — Сравнение КПЭ и исходных данных сравнительного анализа

Характеристика	КПЭ	Исходные данные
Задача	Отслеживание прогресса и эффективности управления	Выявление различий в текущем уровне эффективности

Окончание таблицы Е.1

Характеристика	КПЭ	Исходные данные
Периодичность	Целесообразное ожидание момента изменения	Одноразовое/нечастое событие
Источник данных	Внутренние системы	Внешние источники
Уровень контроля	От мгновенного до краткосрочного	Долгосрочный
Количество определяющих параметров	Один или несколько	Множество
Точность	Предмет интереса (тенденция)	Предмет интереса (абсолютное значение)
Целевые значения	Определение исходя из целей	Отсутствуют

Е.3 Применение сравнительного анализа

Е.3.1 Правила сравнительного анализа

Сравнительный анализ позволяет определить начальную точку и стандарт, исходя из которых можно измерить показатели эффективности на мировом уровне. Сравнительный анализ можно разделить на три этапа:

a) оценка и измерение собственной работы или конкретного процесса для выявления сильных и слабых сторон при помощи данных на основе информации, приведенной в разделах 7—9.

Следует выбрать набор КПЭ (см. таблицу Е.3) и сопоставить КПЭ и цели организации в отношении сооружения (или работ), выявить зоны роста, собрать и проанализировать данные и внедрить улучшения с целью достижения запланированных целей организации;

b) начало сравнительного анализа и обработки документов в отношении равноценных, но более продуктивных или эффективных групп (см. Е.3.7);

c) выявление оптимальных практик и их внедрение.

Е.3.2 Общие сведения

Сравнительный анализ максимально эффективен при наличии статистически значимой выборки. Необходимо, чтобы лица, участвующие в обмене информацией, осознавали неотъемлемые ограничения, наложенные данными, которые они собирают, и базами данных, в которых эта информация хранится. Например, в зависимости от типа, нагрузки, скорости, способа монтажа, состава смазочных веществ, уровней загрязнения и т. д. конкретный подшипник может прослужить от 18 мес до 40 лет. Следовательно, информация о СНО всех подшипников на конкретной установке будет обладать ограниченной полезностью для инженера по надежности. Чтобы компания А, которая работает с СНО, равной 18 годам, повысила надежность до уровня компании В, которая работает с СНО, равной 40 годам, необходимо подробное изучение всех различий в конструкции и условиях эксплуатации подшипников. Невозможно разработать лучшие практики, не имея достаточных знаний в сфере инженерных решений.

Частым примером неправильного использования сравнительного анализа является его использование в качестве оценочного листа: когда его применяют для ретроспективного измерения прошлых достижений или неудач, а не в качестве дорожной карты для реализации поставленных целей и обеспечения непрерывного усовершенствования.

Е.3.3 Таксономический уровень

Сравнительный анализ можно проводить на уровне сооружения, технологической установки, класса оборудования, подвида оборудования и единицы ТО. Ключевые показатели эффективности предоставляют разную информацию для каждого иерархического уровня (см. рисунок 3). Если набор КПЭ на одном таксономическом уровне демонстрирует низкие значения, то на следующем, более низком таксономическом уровне показателей следует более подробно определить и уточнить причины таких низких значений. Программы сравнительного анализа, в рамках которых составляется рейтинг эффективности сооружений или технологических установок, рассматривают данные на соответствующих уровнях надежности, комплектации персоналом, коэффициента использования и эксплуатационных затрат. КПЭ для иерархий на уровне класса оборудования и ниже включают в себя те параметры, которые преимущественно сосредоточены на интенсивности возникновения отказов и ремонте. Если наиболее приемлемым решением для непрерывного усовершенствования на технологической установке может стать, например, внедрение ТО на основе надежности, то соответствующим решением на более низком иерархическом уровне может быть внедрение более строгих технических характеристик конструкции, требований к балансировке или цементации и т. д.

Е.3.4 Выбор исходных данных сравнительного анализа

КПЭ, которые могут измерить общую надежность и эффективность ТО в рамках настоящего стандарта:

a) СНО класса оборудования, подвида оборудования и единицы ТО (СНО, см. определение *3.79*);

b) готовность (см. определение *3.4*);

c) затраты на выпадающий объем добычи по причине ненадежности и работ по ТО;

d) прямые затраты (на оплату труда, выплаты по контрактам и материальные издержки) на работы по ТО;

e) затраты на специалистов по ТО и расходные материалы для работ по ТО;

f) обеспечение выполнения работ по ТО в соответствии с планом.

Е.3.5 Сопоставление исходных данных и КПЭ по разным равноценным группам

Необходимо, чтобы все участники сравнительного анализа предоставили полный набор КПЭ, связанных с одной системой критериев. Для этого следует воспользоваться наиболее эффективной процедурой проведения сравнительного анализа:

- определить элементы, оказывающие максимальное воздействие на достижение высоких результатов;

- использовать для каждого такого элемента общее обозначение: необходимо выбрать описание границ и сбор данных в соответствии с настоящим стандартом;

- обеспечить исчерпывающие определения для создания благоприятных условий, наличия согласованного ответа каждого участника и соответствия всех полученных данных об эффективности одинаковому периоду времени.

Е.3.6 Преимущества сравнительного анализа

Сравнительный анализ можно использовать для обеспечения непрерывного усовершенствования ключевых элементов рабочего процесса, относящихся к НиТО сооружения:

a) стратегия/руководство;

b) управление работами по ТО;

c) ПрТО и ПТО;

d) системы управления ТО (СУТО);

e) обучение;

f) управление материально-техническим обеспечением;

g) работа с подрядными организациями;

h) повышение надежности;

i) конкурентоспособная технология/сравнительный анализ.

Сравнительный анализ надежности и ТО внутри отрасли вошел в состав основных инструментов программ по повышению эффективности. Его основная задача — предоставить компаниям полезные сравнительные данные, которые (на практически применимом уровне разукрупнения) позволяют сосредоточиться на реалистичных оперативных целях по повышению эффективности.

В целях достоверности и допустимости необходимо, чтобы эти оперативные цели были реалистичными, т. е. они должны быть понятными и восприниматься объективными теми исполнителями, кто отвечает за их достижение.

При этом не следует сосредотачиваться только на одном или двух КПЭ и пренебрегать остальными.

Е.3.7 Отбор равноценных групп

Е.3.7.1 Общие сведения

Важным этапом является отбор равноценной группы данных, с которой будут сравнивать данные об эффективности объекта. Если равноценная группа отобрана надлежащим образом, персонал этого объекта будет уверен в том, что возможности усовершенствования показателей объекта аналогичны возможностям более эффективных объектов, входящих в группу. Кроме того, при использовании подходящего метода анализа физических причинных факторов, характеристик объекта и практики ТО внутри равноценной группы объяснения различий в показателях эффективности обладают большей достоверностью.

Если показатели эффективности объекта выглядят низкими по сравнению с показателями равноценной группы, это может быть связано как различиями в физических свойствах (даже в пределах одной равноценной группы), так и с различиями в используемых практиках и организации площадки. Характеристики обеих категорий причинных факторов необходимо сравнить с исходными данными при помощи соответствующего метода проведения сравнительного анализа так, чтобы можно было оценить относительную значимость каждой из них и установить реалистичные целевые значения.

Е.3.7.2 Отбор равноценных групп

Отличительным свойством равноценной группы является свойство объекта, которое оказывает воздействие на один или несколько аспектов эффективности и является общим и характерным для группы объектов. Кроме того, объект не может изменить это свойство в краткосрочной и среднесрочной перспективе.

Два отличительных фактора равноценной группы, признанных наиболее значимыми для анализа надежности и ТО:

- семейство процесса: исходя из типа оборудования, жесткости процесса (коррозионная активность, токсичность и т. д.) и степени сложности ТО;

- географический регион: исходя из преобладающих почасовых затрат на оплату труда, практик найма и заключения контрактов, норм техники безопасности и защиты окружающей среды, климата, культуры управления и степени индустриализации региона.

Е.4 Примеры исходных данных сравнительного анализа и КПЭ с использованием данных по НиТО

В настоящее время доступно множество исходных данных сравнительного анализа и КПЭ. Измерение затрат и интенсивности отказов позволяет наметить тенденции в эффективности программ по НиТО. КПЭ также можно использовать для проверки соблюдения организацией программ и процедур, регистрируя соответствие графикам проведения ПТО или ПрТО.

Ни один КПЭ не отражает ситуацию в целом, поэтому необходимо определить набор КПЭ, которые обозначат прогресс и тенденции в безотказной работе объекта и оборудования. Тенденции могут быть представлены за указанный период времени, поэтому им следует уделять дополнительное внимание с целью обеспечения условий для ведения периодической и сводной отчетности (например, «среднее значение за последние два года» в последнем случае).

В таблице Е.3 приведены примеры тех КПЭ, которые можно усовершенствовать, используя данные по НиТО или иные данные, касающиеся надежности. Более подробная информация об источниках данных по надежности приведена в D.5 и таблице D.5. Большее количество КПЭ могут быть востребованы в зависимости от конкретной отрасли и определенной области применения. В таблице Е.3 приведена ссылка на таксономические уровни, перечисленные в таблице 2. Указанные ниже уровни приводятся для примера. В некоторых случаях КПЭ можно развернуть до уровня 3.

Таблица Е.2 — Таксономические уровни

Основная категория	Таксономический уровень	Таксономическая иерархия	Использование/местоположение
Использование/местоположение	1	Отрасль	Основная отрасль
	2	Бизнес-сегмент	Тип бизнес-процесса или процесса подготовки
	3	Назначение сооружения	Назначение сооружения (объекта)
	4	Тип сооружения	Тип сооружения (установки)
	5	Секция/система	Основная секция/система сооружения (установки)
Уровень оборудования	6	Оборудование (класс/вид)	Класс похожих видов оборудования. Каждый класс оборудования содержит похожие виды оборудования (например, компрессоры)
	7	Подвид	Подсистема, обеспечивающая функционирование вида оборудования
	8	Элемент/единица ТО	Группа частей вида оборудования, ТО (ремонт, замена) которых обычно осуществляется совместно
	9	Часть[a]	Единичная часть оборудования

[a] Хотя в отдельных случаях этот уровень может быть полезным, применение данного уровня осуществляется на усмотрение пользователя настоящего стандарта.

Таблица Е.3 — Примеры КПЭа

КПЭ	Соответствующие таксономические уровни[b]	Единицы измерения	Объяснение и расчет	Задача и значение	Привлекаемый персонал, процесс
1 СНМО	6—8	Определенный период времени (часы, дни, недели, месяцы, годы). Для разных классов или типов оборудования. Тенденции показаны за определенный период времени	Указывает среднюю наработку между отказами для элементов, оборудования или сооружений. Определение отказа приведено в *3.39* (общие сведения) и приложении F (защитные системы). При использовании СНМО предполагается, что она включает продолжительность простоя/ремонта. Руководящие указания по расчету СНМО (и СНО) приведены в приложении С	Указывает на рост или снижение надежности элементов, оборудования или сооружения. Следует отметить, что СНО охватывает только первый отказ нового объекта до проведения на нем работ по ТО	Профильные специалисты по оборудованию (ПС), инженеры по надежности (ИН), руководители среднего звена (РСЗ). Осмотр
2 СНО	6—8	См. выше	Аналогична СНМО, но не учитывает продолжительность простоя/ремонта. СНМО представляет собой сумму СВВ и СНО. СНО является величиной, обратной интенсивности отказов		
3 Средний межремонтный срок службы (СМСС)	6—8	Определенный период времени (часы, дни, недели, месяцы, годы). Для разных классов или типов оборудования. Тенденции показаны за определенный период времени	Указывает средний срок между ремонтами для элементов, оборудования или сооружений. Несмотря на то, что отказ, как правило, ведет к ремонту, это происходит не всегда. Ремонты (например, капитальные) могут проводиться в соответствии с графиком, независимо от отказа. Расчет исходя из общего межремонтного срока службы, деленного на количество ремонтов, выполненных за указанный период времени или на сегодняшний день. Для подводного оборудования можно переименовать КПЭ в «средний срок между ГТМ» (СС ГТМ)	Указывает на рост или снижение надежности элементов или оборудования внутри сооружения	ПС, ИН, РСЗ, отдел ТО. Осмотр
4 Средняя оперативная продолжительность ремонта	6—8	Время, как правило, в часах или днях. Для разных классов или типов оборудования. Тенденции показаны за определенный период времени	Время, затраченное на ремонт элемента, оборудования, системы или сооружения. Необходимо, чтобы средняя оперативная продолжительность ремонта отвечала принципам временных периодов, представленных на рисунке 4 (см. также рисунки 5 и 7 [*1*]). Можно ввести СПП, если предметом также являются интервалы времени подготовки и задержки, однако такой КПЭ не указан отдельно в данной таблице	Указание на результативность и трудоемкость ремонтных работ	ПС, ИН, отдел ТО

Продолжение таблицы Е.3

КПЭ	Соответствующие таксономические уровни[b]	Единицы измерения	Объяснение и расчет	Задача и значение	Привлекаемый персонал, процесс
5 СОПР	6—8	Время, как правило, в часах или днях. Для разных классов или типов оборудования. Тенденции показаны за определенный период времени	Время, затраченное на подготовку и ремонт элемента, оборудования, системы или сооружения. Необходимо, чтобы СОПР отвечала принципам временных периодов, представленных на рисунке 4 (см. также рисунки 5 и 7 *[1]*). Можно ввести СПП, если предметом также являются интервалы времени подготовки и задержки, однако такой КПЭ не указан отдельно в данной таблице	Указание на результативность и трудоемкость ремонтных работ	ПС, ИН, отдел ТО
6 «Проблемные объекты» Перечень часто отказываемого оборудования	6—9	Перечень оборудования. Перечень часто встречающихся видов отказа. Частота отказа	Необходимо точное определение рассматриваемых типов отказов (см. приложение С). Перечень наиболее часто отказываемого оборудования можно составить исходя из частоты ремонтов. Данный перечень также можно использовать для управления надежностью субподрядчиков. Реструктурирование в зависимости от воздействия на сооружение	Уделяется внимание управлению надежностью и анализу основной причины отказа (АОП). Разработка продукта/качества	ПС, ИН, отдел ТО
7 A_O Эксплуатационная готовность	6	Доля, %, интервала времени готовности оборудования к эксплуатации, при этом все ТО (корректирующее и профилактическое) входит в продолжительность простоя	Как правило, на уровне вида оборудования	Демонстрирует тенденцию готовности оборудования с учетом корректирующего и профилактического ТО. Входные данные для планирования добычи (см. С.2.3)	ПС, ИН, РСЗ, отдел эксплуатации, отдел ТО. Осмотр
8 A_T Техническая готовность	6	Доля, %, интервала времени готовности оборудования к эксплуатации, при этом в состав продолжительности простоя входит только корректирующее ТО	Как правило, на уровне вида оборудования	Ключевой показатель технической готовности демонстрирует тенденцию готовности оборудования с упором на внутреннюю надежность (см. С.2.3)	ПС, ИН, РСЗ, отдел эксплуатации, отдел ТО. Осмотр

Продолжение таблицы Е.3

КПЭ	Соответствующие таксономические уровни[b]	Единицы измерения	Объяснение и расчет	Задача и значение	Привлекаемый персонал, процесс
9 Критические элементы с задачами по обеспечению надежности в компьютеризированной системе управления техническим обслуживанием (КСУТО)	4—6	Доля, %, критических элементов с задачами по обеспечению надежности в КСУТО	Верхний квартиль: 100 %. Отслеживается на годовой основе	Следует убедиться в том, что все задачи по обеспечению надежности критических элементов назначены в КСУТО.	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, отдел ТО
10 Соблюдение графика проведения планового ТО критических элементов (не позднее последней допустимой даты завершения)	4—6	Доля, %, незакрытых заказов-нарядов (ЗН) в рамках планового ТО для критического оборудования после последней запланированной даты завершения	Верхний квартиль >98 %. Отслеживается помесячно	Следует измерить все работы в рамках планового ТО для критических элементов, завершенные до наступления последней утвержденной даты завершения	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, отдел ТО
11 Соблюдение графика проведения корректирующего ТО критических элементов (не позднее последней допустимой даты завершения)	4—6	Доля, %, незакрытых ЗН в рамках корректирующего ТО для критического оборудования после последней запланированной даты завершения	Верхний квартиль >98 %. Отслеживается помесячно	Следует измерить все работы в рамках корректирующего ТО для критических элементов, завершенные до наступления последней утвержденной даты завершения	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, отдел ТО
12 Коэффициент трудозатрат на ПТО	4—6	Доля, %, общих трудозатрат от трудозатрат, потраченных на ПТО (кроме модернизации)	Общие трудозатраты по ЗН на ПТО, разделенные на общие трудозатраты по ЗН, по классам или типам оборудования	Указание объема работ по ПТО	ПС, ИН, отдел эксплуатации, отдел ТО
13 Коэффициент трудозатрат на корректирующее ТО[b]	4—6	Доля, %, общих трудозатрат от трудозатрат, потраченных на корректирующее ТО	Общие трудозатраты по ЗН на корректирующее ТО, разделенные на общие трудозатраты по ЗН, по классам или типам оборудования	Указание объема работ по корректирующему ТО	ПС, ИН, отдел эксплуатации, отдел ТО

Продолжение таблицы Е.3

КПЭ	Соответствующие таксономические уровни[b]	Единицы измерения	Объяснение и расчет	Задача и значение	Привлекаемый персонал, процесс
14 Просроченные ЗН по обеспечению надежности или работам на критических элементах без разрешения уполномоченного технического специалиста (УТС)	4—6	Количество задач по обеспечению надежности критических элементов, просрочивших последнюю допустимую дату завершения	Верхний квартиль: 0 на сооружение. Отслеживается помесячно	Следует убедиться в том, что сроки выполнения работ по ЗН для критических элементов не перенесены без соответствующего разрешения уполномоченного технического специалиста	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации. отдел ТО
15 Просроченное ПТО	4—6	Количество или доля, %, просроченных ЗН на ПТО по категории	Число просроченных ЗН на ПТО по классификации оборудования или в виде процентной доли от общего числа ЗН на ПТО. Для разделения по группам также можно выбрать только критическое для безопасности оборудование или критическое для добычи оборудование	Указание незавершенных заданий по ПТО	Отдел эксплуатации, отдел ТО
16 Завершение прогнозного ТО (ПрТО) (например, осмотров, испытаний, периодической ОТС)	4—6	Количество или доля, %, завершенных работ по сбору данных о ПрТО	Следует определить рассматриваемые работы по ПрТО (по отдельности или все). Например, количество параметров, маршрутов или оборудования, для которых выполняется сбор данных НК в рамках ПрТО, разделить на общее количество параметров, маршрутов или оборудования за указанный период времени. (Данные анализа вибраций, показатели толщины, инфракрасное сканирование, анализ характеристик электродвигателя)	Управление оценкой технического состояния	ПС, ИН, отдел эксплуатации, отдел ТО. Осмотр
17 Просроченное ПрТО	4—6	Количество или доля, %, просроченных работ по ПрТО	Следует определить рассматриваемые работы по ПрТО (по отдельности или все). Число или доля, %, параметров НК в рамках ПрТО, маршрутов или оборудования, не прошедших ПрТО за указанный период времени	Указывает на незавершенные работы по ПрТО, например НК	ПС, ИН, отдел эксплуатации, отдел ТО, осмотр
18 Объем работ в рамках корректирующего ТО	4—6	Количество наработанных часов, зарегистрированных для корректирующего ТО	Верхний квартиль <6 чел-нед. Отслеживается помесячно	Следует убедиться в том, что количество часов, потраченных на корректирующее ТО, находится под контролем	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, Отдел ТО

Продолжение таблицы Е.3

КПЭ	Соответствующие таксономические уровни[b]	Единицы измерения	Объяснение и расчет	Задача и значение	Привлекаемый персонал, процесс
19 Соблюдение графика	4—6	Доля, %, запланированных в графике общих трудозатрат на ТО, завершенных за учетный трехмесячный период.	Верхний квартиль >98 %. Отслеживается помесячно	Более точное соблюдение недельного графика	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, отдел ТО
20 Не внесенная в график/заместительная работа	4—6	Доля, %, трудозатрат на ТО, состоящая из не внесенной в график/заместительной работы за учетный трехмесячный период	Верхний квартиль <2 %. Отслеживается помесячно	Необходимо обеспечить внесение работ в график и соблюдение получившегося в результате плана	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, отдел ТО
21 Продолжительность остановки на ремонт	4	Время, как правило, в днях	В остановку на ремонт необходимо включать процедуры завершения работ и запуска. Продолжительную остановку на модернизацию можно выделить отдельно, чтобы не вносить изменения в сравнение ежегодных требований к масштабному ТО	Планирование ТО. Возможности модернизации. Планирование простоев. Планирование добычи	Отдел эксплуатации, отдел ТО
22 Наработка между остановками на ремонт	4—5	Измеряют на годовой основе (количество месяцев, лет)	Наработка между остановками на ремонт		
23 Точность оценки ТО (часы)	4—6	Доля, %, разницы между запланированными и фактическими трудозатратами по ЗН по плановому и корректирующему ТО	Верхний квартиль ±5 %. Отслеживается помесячно	Необходимо обеспечить использование архивных данных в оценке (продолжительности)	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, отдел ТО
24 Точность оценки ТО (затраты)	4—6	Доля, %, разницы между запланированными и фактическими затратами по ЗН по плановому и корректирующему ТО	Верхний квартиль ±5 %. Отслеживается помесячно	Необходимо обеспечить использование архивных данных в оценке (затраты)	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, отдел ТО

Продолжение таблицы Е.3

КПЭ	Соответствующие таксономические уровни[b]	Единицы измерения	Объяснение и расчет	Задача и значение	Привлекаемый персонал, процесс
25 Соотношение ремонта и повторных работ	6	Доля, %, ремонтов, требующих проведения повторных работ после ремонта	Количество повторно обработанных ЗН разделить на общее количество ЗН. Классификация по типу оборудования. Можно разделить на ПТО и корректирующее ТО	Указание качества и результативности работ	ИН, отдел эксплуатации, отдел ТО
26 Срок внесения информации о завершении технических работ в КСУТО	4—6	Время между завершением работ и техническим закрытием ЗН	Верхний квартиль: 24 ч. Отслеживается помесячно	Необходимо обеспечить внесение данных в течение короткого времени после завершения работы (как правило, в пределах 72 ч)	Отдел ТО
27 Средняя длительность цикла ремонтной мастерской	6—8	Время, как правило, в часах или днях	Время от момента поступления неисправного объекта в мастерскую до восстановления его готовности к использованию	Управление ремонтом	Отдел ТО
28 Заказ типового материально-технического обеспечения (МТО)	4—6	Доля, %, от предметов МТО, указанных в КСУТО	Верхний квартиль <10 %. Отслеживается помесячно	Необходимо обеспечить полноту каталожных материалов	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, отдел ТО
29 МТО, поставляемое в исходную требуемую дату поставки	4—6	Доля, %, МТО, поставляемого на площадку в соответствии с исходной требуемой датой поставки	Верхний квартиль >95 %. Отслеживается помесячно	Следует сократить задержки проведения работ в рамках корректирующего ТО и ПТО, вызванных отсутствием МТО	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, отдел ТО
30 Уровень обслуживания инвентарных единиц	4—6	Доля, %, МТО, необходимого для проведения ТО из запасов	Верхний квартиль ±5 %. Отслеживается помесячно	Необходимо обеспечить наличие на складе часто используемых предметов МТО, чтобы сократить срок их ожидания	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, отдел ТО

Окончание таблицы Е.3

КПЭ	Соответствующие таксономические уровни[b]	Единицы измерения	Объяснение и расчет	Задача и значение	Привлекаемый персонал, процесс
31 Общие затраты на ТО	4—6	На каждое сооружение, секцию или оборудование за заданный период времени (например, ежегодно)	Общие затраты на корректирующее и ПТО, включая запасные части. К ним не относят затраты, связанные с простоем и, соответственно, с выпадающим объемом добычи	Анализ тенденции за определенный период времени	Управление сооружением, отдел эксплуатации, отдел ТО
32 Эффективность ТО	4	Доля, %, трудозатрат на ТО, потраченных на непроизводительные действия, например ожидание МТО и т. д.	Верхний квартиль >50 %. Отслеживается помесячно	Регистрируется непроизводительный период времени. Внимание направлено на сокращение или устранение непроизводительного периода времени	Менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, отдел ТО
33 Затраты на ремонт на один ЗН	4—6	Затраты по различным типам оборудования для разных географических мест или сооружений	Затраты на ремонт оборудования представлены в виде затрат, накопившихся по ЗН для оборудования. Как правило, они включают оплату труда (компания и/или контракт), МТО и аренду оборудования, можно также включить накладные расходы	Динамика затрат на ремонт за определенный период времени. Выявление проблемных объектов по затратам на ремонт и/или типу оборудования	См. выше
34 Доля отказов (см. F.2.4, а также пункт 3.2.4 [*1*])	6	Соотношение	В сооружении можно выявить оборудование, потенциально подверженное критическим отказам, и отслеживать его, как и соотношение между количеством критических отказов, выявленных посредством проведения периодических испытаний, и соответствующим количеством проведенных испытаний. Отслеживается на годовой основе	Среднюю неготовность (PFD_{avg}), вызванную опасными скрытыми отказами, определяют при помощи отчетов об испытаниях. Эта практика является распространенной в данной отрасли в нескольких странах	Контролирующие органы, менеджер по управлению активами, отдел эксплуатации, отдел ТО

[a] Другие КПЭ (большее их количество) могут пригодиться в зависимости от отрасли и области применения.
[b] См. таблицу Е.2.

Приложение F
(справочное)

Классификация и определение критических отказов

F.1 Общие сведения

Цель данного приложения — представить пользователю настоящего стандарта некоторые специальные определения и классификации, применяемые к критическому оборудованию. МЭК разработала стандарты в области функциональной безопасности: *ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-4 — ГОСТ Р МЭК 61508-7* и *ГОСТ Р МЭК 61511-1 — ГОСТ Р МЭК 61511-3*, принятые во многих отраслях, в том числе в газовой, нефтяной и нефтехимической промышленности. Общие правила, описанные в упомянутых стандартах, впоследствии были доработаны национальными инициативами и превратились в руководящие указания и методы анализа для использования в нефтяной промышленности (например, [*188*]).

В *[1]* приведены руководящие принципы по моделированию и расчету надежности систем безопасности. Данный источник является основным документом при использовании описанных в настоящем стандарте данных по надежности оборудования. Краткий обзор представлен в F.2.

В рамках этой основной цели в таблице F.1 приведен рекомендованный перечень определений отказов для некоторых систем безопасности и элементов.

F.2 Моделирование и расчет надежности систем безопасности

Инженеры по надежности, сталкивающиеся с вероятностными подходами, которые, в свою очередь, вместе с факторами качества все чаще используют при проектировании надежных систем безопасности, руководствуются указаниями, приведенными в *[1]*. Этому способствуют общепризнанные стандарты (например, подход УПБ, рекомендованный для систем противоаварийной защиты в *ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-4 — ГОСТ Р МЭК 61508-7* и *ГОСТ Р МЭК 61511-1 — ГОСТ Р МЭК 61511-3,* рассматривающий в основном технологические системы), что обуславливает наличие различных требований, связанных с вероятностью, однако вопросы вероятности достаточно кратко описаны в указанных стандартах и недостаточно полно представлены в руководствах по надежности. Следовательно, цель (см. *[1]*) — устранить этот недостаток путем внедрения полезной информации, касающейся вероятностей и облегчающей инженерам по надежности работу по моделированию и расчету вероятностей в системах безопасности любого типа (например, в АО, высоконадежной системе защиты от высокого давления и т. д.). После сбора соответствующих определений и рассмотрения стандартных сложностей в техническом отчете подробно излагают способы их решения. В нем детально проанализированы способы применения упрощенных формул для простых систем безопасности и варианты использования общепринятых, стандартизованных моделей [блок-схемы расчета надежности (см. *ГОСТ Р МЭК 61078*), анализ дерева неисправностей (см. *ГОСТ Р 27.302*), подход Маркова (см. *ГОСТ Р МЭК 61165*) и сети Петри (см. *[182]*) для более сложных ситуаций]. Кроме того, в *[1]* подробно рассмотрены подходы, упомянутые в *ГОСТ Р МЭК 61508-6—2012 (приложение В, В.6)* для расчетов, связанных с УПБ. В нем также содержатся руководящие указания в отношении различных систем безопасности, упомянутых в *ГОСТ Р МЭК 61511-1 — ГОСТ Р МЭК 61511-3*.

В приложении А *[1]* приведен перечень 31 системы, обладающей функцией обеспечения безопасности. Перечень соответствующих классов оборудования, которые имеют отношение ко сбору или оценке данных по надежности при анализе подобных систем, представлен в настоящем стандарте.

В D.5 приведена классификация источников данных по надежности, которые необходимо использовать при анализе таких систем. В целом данная классификация также полезна для сбора данных и их обмена.

F.3 Классификация отказов систем противоаварийной защиты

F.3.1 Общепринятые определения

Системы противоаварийной защиты могут оказывать большое влияние на безопасность и целостность сооружения, поэтому с отказами этих систем ведется более направленная работа по сравнению с другим оборудованием. Поскольку при обычном использовании СПАЗ часто «бездействуют» и должны срабатывать только под воздействием определенного стимула, следует выявить любые скрытые отказы до возникновения этого стимула.

Кроме того, необходимо спрогнозировать последствия отказа таких систем относительно того, что касается влияния на безопасность.

Несколько связанных с этим общепринятых терминов перечислено ниже вместе с ссылками на документы, в которых можно найти эти определения:

- опасный отказ (см. 3.2.3 *[1]*). Такие отказы препятствуют выполнению установленного действия по обеспечению безопасности;
- безопасный отказ (см. 3.2.5 *[1]*). Подобные отказы способствуют выполнению установленного действия по обеспечению безопасности;
- отказы без эффекта — это отказы, которые не влияют на безопасность;
- конструктивно-безопасные системы — системы, спроектированные таким образом, что превалируют безопасные отказы, а вероятность опасных отказов ничтожно мала;

- конструктивно-небезопасные системы — системы, где вероятность опасных отказов не является ничтожно малой;

- немедленно обнаруживаемые отказы (см. 3.2.10 *[1]*);

- скрытые отказы (см. 3.2.11 *[1]*). Данные отказы можно обнаружить при помощи периодических испытаний.

F.3.2 Классификация вида отказа СПАЗ при сборе и анализе данных по надежности

Классификация отказов, адаптированная к СПАЗ, определена в *ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-4 — ГОСТ Р МЭК 61508-7* и *ГОСТ Р МЭК 61511-1 — ГОСТ Р МЭК 61511-3*. Согласно этой классификации отказы сначала делятся на две категории:

- случайные отказы (см. *3.74*);

- систематические отказы (см. *3.71*).

Случайные отказы элементов согласно *ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-4 — ГОСТ Р МЭК 61508-7*, далее подразделяют на следующие группы видов отказов:

- опасные обнаруженные (ОО);

- опасные скрытые (ОС);

- безопасные обнаруженные (БО);

- безопасные скрытые (БС).

Собранные данные по надежности могут не содержать архивных данных видов отказов по всем указанным четырем группам, поэтому при определении интенсивности отказов в этом случае следует соблюдать осторожность и полагаться на предположения. Кроме того, необходимо понимать физическое поведение оборудования с учетом видов отказов, применимых к конкретному элементу, для обеспечения надлежащего распределения данных об отказах по приведенным четырем категориям, причем некоторые из них, возможно, должны будут оставаться пустыми.

При сборе данных по надежности для СПАЗ следует обозначить две темы:

- отказы по общей причине (см. С.1.6 и 3.2.14 *[1]*);

- интервал испытаний (периодических) для выявления ОС отказов.

При выполнении анализа безопасности/надежности в соответствии с *ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-4 — ГОСТ Р МЭК 61508-7* следует отнести соответствующие виды отказов к категориям ОО, ОН, БО или БН (см. также таблицу 5 для сбора таких данных по конкретной установке). В таблице В.15 также представлены виды отказов, связанные с подачей запросов и описанные в приложении В для классов оборудования, рассматриваемых в настоящем стандарте. Это подтверждает применимость настоящего стандарта в отношении специальных анализов согласно описанию в *ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2*.

Некоторые из собранных отказов по общей причине могут быть отнесены к систематическим отказам, поэтому они не попадут в группу случайных отказов и не будут классифицированы в соответствии с категориями ОО, ОН, БО и БН. Классификация систематических отказов также приведена в В.2.3.2 (см. также рисунок В.5 *[1]*).

При регистрации и/или анализе отказов для СПАЗ рекомендуется сверяться с *ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-4 — ГОСТ Р МЭК 61508-7* и *ГОСТ Р МЭК 61511-1 — ГОСТ Р МЭК 61511-3*, *[1]* и с дополнительными национальными руководящими указаниями по мере необходимости.

F.3.3 Вопросы по продолжительности простоя, относящиеся к сбору и анализу данных по надежности СПАЗ

Вопросы по продолжительности простоя имеют большое значение для сбора и анализа данных по надежности СПАЗ. На рисунках 5—7 *[1]* приведены определения и руководящие указания в отношении этих вопросов, однако отдельные специальные комментарии приведены ниже.

Определение термина «средняя общая продолжительность ремонта», относящегося к устранению отказов после их обнаружения, приведено в *3.81*; определение термина «среднее время восстановления», включающего в себя продолжительность обнаружения неисправности и продолжительность ремонта, — в *3.76*.

В любом случае СВВ равно сумме СПОН и СОПР, причем СПОН (средняя продолжительность обнаружения неисправности) для опасных выявленных отказов (т. е. с помощью диагностических испытаний), как правило, можно пренебречь в отличие от СОПР. Можно предположить, что СВВ и СОПР имеют одинаковые числовые значения для подобного рода опасных отказов.

F.4 Определение отказов для систем безопасности

F.4.1 Общие сведения

Для управления рисками систем безопасности требуется управление надежностью оборудования и сбор соответствующих данных. Использование операторами стандартных определений, представленных в таблице F.1, облегчает процесс сопоставления и проведение сравнительного анализа, которые направлены на повышение уровней безопасности в данной отрасли. Скрытые отказы, как правило, называются критическими для функции обеспечения безопасности, и такая практика отчетности существует, в том числе у регулирующих органов.

Опасные отказы, отключающие функцию противоаварийной защиты (ПАЗ), считают критическими по отношению к данной функции (см. 3.2.4 *[1]*). Критические отказы в пределах установки можно выявить и взять на контроль. С этой целью используют соотношение между количеством критических отказов, обнаруженных в ходе периодических испытаний, и соответствующим количеством проведенных испытаний (часто именуемое «доля отказов»). Данным показателем является текущая неготовность (см. 3.1.11 *[1]*) в момент проведения испытания — это оценка с запасом средней неготовности PFD_{avg} (см. 3.1.14 *[1]*). Следовательно, необходимо различать долю отказов и другие термины, касающиеся надежности, например доля безопасных отказов (см. 3.6.15 в *ГОСТ Р МЭК 61508-4—2012*).

В данном контексте следует отметить, что термин «критический» имеет значение, отличное от определений, приведенных в *[1]* и настоящем стандарте, а именно:

- в настоящем стандарте: термин «критический» относится к тем последствиям, при наступлении которых отказ оказывает влияние на работоспособность оборудования или на сооружение (см. *3.53*). На уровне оборудования (таксономический уровень 6, а также более глубокий уровень) термин «критический» связан с одним из трех классов последствий отказа (критический, ухудшающий, начальный) и, как следствие, со степенью самого отказа;
- согласно определению в настоящем стандарте к некритическим отказам относятся ухудшающие и начальные отказы;
- в *[1]*: термин «критический» относится к тем последствиям, при которых отказ оказывает влияние на функцию обеспечения безопасности, и характеризует отказ, полностью отключающий функцию ПАЗ;
- в контексте функциональной безопасности некритические отказы — это отказы, которые не отключают соответствующую ФПАЗ.

Рассмотрим ФПАЗ, которая работает для двух резервных объектов оборудования *A* и *B*:

- в соответствии с настоящим стандартом опасный отказ объекта *A* может быть критическим, ухудшающим или начальным независимо от состояния объекта *B*;
- опасный отказ объекта *A* является критическим (см. *[1]*), только если:
  - он является критическим в соответствии с настоящим стандартом и
  - у объекта *B* уже произошел опасный критический отказ согласно настоящему стандарту.

Следовательно, что касается рассмотренных выше вопросов, следует с предельной осторожностью применять термины «критический» и «некритический» отказы.

Аналитику следует внимательно разобраться в том, какие виды отказов оборудования необходимо учитывать в отношении анализа надежности функции обеспечения безопасности. В данном контексте необходимо рассмотреть соответствующие объекты в рамках границ оборудования, требуемые для функции обеспечения безопасности (например, обнаружение, принятие решения и действие).

F.4.2 Рекомендованные определения

В перечне ниже представлены рекомендованные определения, а также приведены технические и эксплуатационные критерии для видов отказов. Применимые виды отказов перечислены в таблице B.15.

Следует отметить, что таблица F.1 содержит отказы, выявленные в процессе проведения испытаний, а в таблице 5 отдельно рассмотрены временные периоды эксплуатации и испытаний.

Таблица F.1 — Рекомендованные определения отказов для некоторых систем/элементов обеспечения безопасности (выявленных в процессе проведения испытания)

Система/элемент	Класс оборудования	Рекомендованные определения отказов	Применимые виды отказов[a,b,c]
1 Обнаружение пожара (дым, пламя, нагрев)	Пожарные извещатели и датчики загазованности[d]	Датчик Логический блок обнаружения пожара и утечек газа не получает сигнал от датчика в процессе его испытания	NOO, LOO, FTF
2 Обнаружение пожара (ручной извещатель)	Устройства ввода[d]	Ручной извещатель Логический блок обнаружения пожара и утечек газа не получает сигнал от нажимной кнопки при ее нажатии	NOO, LOO, FTF
3 Обнаружение газа	Пожарные извещатели и датчики загазованности[d]	Датчик (каталитический, с оптическим параметром, H_2S и H_2) Логический блок обнаружения пожара и утечек газа не получает сигнал, равный верхнему предельному значению параметра для сигнала тревоги, во время испытания при помощи проверочного газа	NOO, LOO, FTF

Продолжение таблицы F.1

Система/элемент	Класс оборудования	Рекомендованные определения отказов	Применимые виды отказов[a,b,c]
		Датчик (оптическая линия) Логический блок обнаружения пожара и утечек газа не получает сигнал, равный верхнему предельному значению параметра для сигнала тревоги, во время испытания при помощи проверочного фильтра	NOO, LOO, FTF
		Датчик (звуковой) Логический блок обнаружения пожара и утечек газа не получает сигнал в процессе испытания.	NOO, LOO, FTF
4 Активная противопожарная защита (дренчерная)	Клапаны[d]	Дренчерный клапан Дренчерный клапан не открывается в процессе испытания	FTO, DOP
	Сопла	Сопло Более 3 % сопел засорено/заперто. Информация об отказах предоставляется для одного узла/контура	PLU
5 Активная противопожарная защита (пожарный насос)	Насосы[d]	Функция Пожарный насос не запускается по сигналу	FTS
		Пропускная способность Пожарный насос нагнетает менее 90 % своей расчетной пропускной способности.	LOO
6 Активная противопожарная защита (газообразный агент/инерген)	Клапаны[d]	Функция ПА не открывается в процессе испытания. Клапан не открывается по сигналу или уровень/давление газообразного агента держится ниже указанного минимума	FTO
7 Активная противопожарная защита (разбрызгивание водяного тумана)	Арматура[d]	Функция ПА не открывается в процессе испытания. ПА сброса давления на входе системы выходит за пределы указанных значений или сопло не работает надлежащим образом	FTO
8 Активная противопожарная защита (пожарная пена)	Противопожарное оборудование	Функция Вода/пена не достигает зоны пожара в процессе испытания	FTO, DOP, FTS
9 Активная противопожарная защита (спринклерный клапан)	Клапаны	Клапан не открывается в процессе испытания	FTO
10 Активная противопожарная защита (водяной лафетный ствол — с дистанционным управлением/с осциллирующим действием)	Противопожарное оборудование	Водяной лафетный ствол не работает/не двигается и/или не выдает воду/пену в установленную целевую зону в ожидаемом количестве	FTF
11 Активная противопожарная защита [клапан водяного лафетного ствола (приводимый в действие)]	Клапаны	Клапан не открывается по сигналу	FTO

Продолжение таблицы F.1

Система/элемент	Класс оборудования	Рекомендованные определения отказов	Применимые виды отказов[a,b,c]
12 Арматура сброса давления (сброс)	Арматура[d]	Арматура Арматура не открывается по сигналу или открывается с задержкой	FTO, DOP
13 Система громкой связи (громкоговорители), сирены и световая сигнализация	Аварийная связь	Объявление не звучит по громкоговорителю, сирены не работают или световая сигнализация не активируется в указанной области по сигналу	FTF
14 Противовыбросовые превенторы (ПВП)	Подводные и наземные ПВП	Функция Арматура не закрывается по сигналу или закрывается с задержкой	FTC, DOP
		Утечка Внутренняя утечка выше установленного значения при первом испытании	LCP
15 АО (отсекающая арматура, определенная в качестве критически важной)	Арматура[d]	Функция Арматура не закрывается по сигналу или закрывается с задержкой	FTC, DOP
		Утечка Внутренняя утечка выше установленного значения	LCP
16 АО (изоляция скважины)	Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура. Надводное устьевое оборудование и фонтанная арматура[d]	Функция Арматура не закрывается по сигналу или закрывается с задержкой	FTC, DOP
		Утечка Внутренняя утечка выше установленного значения при первом испытании	LCP
17 АО (забойный клапан-отсекатель)	ЗКО[d]	Функция Клапан не закрывается по сигналу или закрывается с задержкой	FTC, DOP
		Утечка[e] Внутренняя утечка выше установленного значения	LCP
18 Затрубный клапан-отсекатель (ASV)	Заканчивание скважины	Функция Клапан не закрывается по сигналу или закрывается с задержкой	FTC, DOP
		Утечка Внутренняя утечка выше установленного значения	LCP
19 Газлифтные клапаны (ГЛК)[f]	Заканчивание скважины	Функция Клапан не закрывается по сигналу или закрывается с задержкой	FTC, DOP
		Утечка Внутренняя утечка выше установленного значения	LCP
20 АО (райзер)	Арматура[d]	Функция Арматура не закрывается по сигналу или закрывается с задержкой	FTC, DOP
		Утечка Внутренняя утечка выше установленного значения	LCP
21 АО (нажимная кнопка)	Устройства ввода[d]	Функция Логический блок АО не получает сигнал от нажимной кнопки при ее нажатии	NOO, LOO, FTF

Продолжение таблицы F.1

Система/элемент	Класс оборудования	Рекомендованные определения отказов	Применимые виды отказов[a,b,c]
22 АО [гальваническая развязка/ток короткого замыкания (КЗ)]	Распределительное устройство[d]	Автоматический выключатель не срабатывает по запросу и не отключает распределительные щиты и/или основные потребители электроэнергии (приводы)	FTO, FTF
23 Безопасность технологического процесса (отсекающая арматура)	Арматура[d]	Функция Арматура не закрывается по сигналу или закрывается с задержкой	FTC, DOP, LCP
24 Безопасность технологического процесса (ПА)	Арматура	Функция Арматура не открывается по достижении 120 % от давления срабатывания или 5 МПа (50 бар) выше давления срабатывания	FTO
25 ОТП (обратная арматура, критически важная, утечка)	Арматура	Скорость внутренней утечки арматуры превышает указанное допустимое значение	LCP
26 ОТП (арматура ВИСЗД, функция)	Арматура[d]	Арматура не переходит по сигналу в предустановленное безопасное положение в пределах допустимого заданного срока	FTO, FTC, DOP
27 ОТП (арматура ВИСЗД)[g]	Арматура[d]	Скорость внутренней утечки арматуры превышает указанное допустимое значение	LCP, DOP
28 Устройства ввода (давление, температура, уровень, расход и т. д.)	Устройства ввода[d]	Функция Датчик не подает сигнал или подает ошибочный сигнал (превышающий предустановленные допустимые уровни)	NOO, ERO, LOO, HIO
29 Аварийное электропитание (резервный генератор)	Электрогенераторы[d]	Функция Электрогенератор не запускается или выдает неправильное напряжение после запуска	FTS, LOO
30 Аварийное электропитание (центральный ИБП для СПАЗ)	ИБП[d]	Функция Аномально низкая емкость АКБ	LOC
31 Аварийное электропитание (ИБП для аварийного освещения)	ИБП[d]	Функция Аномально низкая емкость АКБ. Для аварийных сигнальных ламп: если одна аварийная сигнальная лампа (или более) в пределах одной области или цепи работает в течение не более 30 мин	LOC
32 Противопожарный клапан[h]	Противопожарное оборудование[d]	Функция Противопожарный клапан не закрывается по сигналу	FTO, DOP, FTS, FTC
33 Естественная вентиляция и ОВиК: преобразователи ОВиК (параметров воздушного потока или дифференциального давления), относящиеся к безопасности	ОВиК[d]	Функция Логический блок аварийного отключения/подачи сигналов тревоги не получает от датчика сигнал, если измеренный параметр технологического процесса выходит за пределы уставки или если выходной сигнал датчика отличается от истинных условий воздушного потока или давления (запас составляет ±5 %, если не указано иное)	FTF
34 Естественная вентиляция и ОВиК: выключатели ОВиК (параметров воздушного потока или дифференциального давления), относящиеся к безопасности	ОВиК[d]	Функция Логический блок аварийного отключения/подачи сигналов тревоги не получает от датчика сигнал, если измеренный параметр технологического процесса выходит за пределы уставки или если выходной сигнал датчика отличается от истинных условий воздушного потока или давления (запас составляет ±5 %, если не указано иное)	FTF

Окончание таблицы F.1

Система/элемент	Класс оборудования	Рекомендованные определения отказов	Применимые виды отказов[a,b,c]
35 Балластная система (арматура)	Арматура[d]	Функция Арматура не срабатывает по сигналу	FTO, FTC, DOP
36 Балластная система (насосы)	Насосы[d]	Функция Насос не запускается/не останавливается по сигналу	FTS
37 Водонепроницаемые двери, закрытие	ОЭС	Дверь не закрывается и не запирается на замок по сигналу или прокладка двери повреждена	FTF
38 Водонепроницаемая арматура (например, двустворчатая)	Противопожарное оборудование[d]	Водонепроницаемая арматура не открывается по сигналу	FTC, DOP
39 Оборудование для аварийной эвакуации и спасательных работ (ОЭС): двигатель спасательной шлюпки, пуск	Спасательные шлюпки	Двигатели спасательных шлюпок не запускаются в процессе испытания	FTS
40 ОЭС: функция свободного падения спасательной шлюпки	Спасательные шлюпки	Функция спуска шлюпки на воду не работает в процессе испытания	FTF
41 ОЭС: функция спуска надувного аварийного трапа	ОЭС	Функция спуска надувного аварийного трапа не работает в процессе испытания	FTF
42 ОЭС: двигатель ДСШ, пуск	ОЭС	Двигатель ДСШ не запускается в процессе эксплуатации	FTS

[a] См. таблицы В.6—В.14 и прежде всего таблицу В.15 с расшифровкой сокращений.

[b] Отказы могут возникать по любому запросу (как в рамках испытаний, так и в ходе эксплуатации).

[c] Под видом отказа INL (внутренняя утечка) подразумевается внутренняя утечка среды вспомогательных ресурсов, и его не следует путать с видом отказа LCP (утечка в закрытом положении), при котором происходит утечка углеводородных соединений через отверстие в арматуре. При отказоустойчивом исполнении код вида отказа INL не применим в данной таблице, поскольку он не приведет к опасному отказу.

[d] Применяют *ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-4—ГОСТ Р МЭК 61508-7* и/или *ГОСТ Р МЭК 61511-1—ГОСТ Р МЭК 61511-3*.

[e] Испытание на герметичность ЗКО/СКОуп проводят одним из двух способов:

- наблюдение и контроль роста давления в полости по потоку закрывающего механизма арматуры в период наблюдения за ходом испытаний;
- с помощью прямого измерения наблюдаемой скорости утечки через закрывающий механизм.

Метод, используемый для выявления скорости утечки, следует задокументировать (отношение давления ко времени или прямое измерение). Необходимо зарегистрировать информацию о начальной скорости утечки, поскольку скорость потока будет постепенно уменьшаться по мере выравнивания давления под и над закрывающим механизмом.

[f] Если газлифтный клапан выступает в качестве барьера и, соответственно, выполняет барьерную функцию.

[h] В том числе сопутствующие вентиляторы ОВиК при необходимости.

[g] Утечка: если в безопасном состоянии арматура закрыта и указана конкретная скорость утечки, влияющей на безопасность.

Приложение ДА
(справочное)

Дополнительные термины

ДА.1

анализ видов, последствий и критичности отказов; АВПКО: Процедура АВПО, дополненная оценками показателей критичности анализируемых отказов.

[ГОСТ 27.310—95, пункт 3.11]

ДА.2

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

Примечание 1 — Анализ риска обеспечивает базу для оценивания риска и принятия решения о воздействии на риск.

Примечание 2 — Анализ риска включает в себя определение степени серьезности риска.

Примечание 3 — Как правило, анализ риска включает в себя установление причинно-следственных связей события с его источниками и последствиями.

[ГОСТ Р 51897—2021, статья 4.6.1]

ДА.3

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.).

[ГОСТ Р ИСО 17776—2012, пункт 2.1.1]

ДА.4 **владелец** (owner): Юридическое лицо, на балансе которого находится производственный объект.

ДА.5

запасные части, инструменты и принадлежности; ЗИП: Совокупность запасов материальных средств, сформированная в зависимости от назначения и особенностей использования объекта и предназначенная для обеспечения его функционирования, технического обслуживания и ремонта.

Примечание — Набор ЗИП комплектуют в соответствии с требованиями документации.

[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 75]

ДА.6

оборудование (equipment): Совокупность отдельных функциональных элементов или сборка компонентов и модулей в рамках одной физической установки или функциональной единицы системы.

[ГОСТ Р 58908.12—2020, пункт 3.9]

ДА.7 **подрядчик** (contractor): Юридическое или физическое лицо, выполняющее работы (оказывающее услуги) по договору подряда.

ДА.8 **поставщик** (supplier): Организация, поставляющая продукцию в установленном порядке.

ДА.9 **производственный объект** (plant): Одна установка, комплект установок или производственные процессы (стационарные или передвижные), которые могут быть определены в рамках единой географической границы, организационной единицы или производственного процесса.

ДА.10

ремонт (repair): Комплекс технологических операций и организационных действий по восстановлению работоспособности, исправности и ресурса объекта и/или его составных частей.

Примечание — Ремонт включает операции локализации, диагностирования, устранения неисправности и контроль функционирования.

[ГОСТ 18322—2016, статья 2.1.2]

ДА.11

техническое состояние: Состояние объекта в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды, характеризующееся фактическими значениями параметров, установленных в документации.
[ГОСТ Р 27.102—2021, статья 22]

ДА.12 **эксплуатирующая организация** (operator): Юридическое лицо, назначаемое владельцем производственного объекта для осуществления всех функций по эксплуатации производственного объекта.

Приложение ДБ
(справочное)

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

Таблица ДБ.1

Обозначение ссылочного национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р ИСО 20815—2013	IDT	ISO 20815:2008 «Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Управление обеспечением эффективности производства и надежностью»

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:
- IDT — идентичный стандарт.

Библиография

[1]	*ИСО/ТР 12489:2013*	*Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Моделирование и расчет надежности систем безопасности*
	(ISO/TR 12489:2013)	*(Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Reliability modelling and calculation of safety systems)*
[2]	*Правила предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации в целях софинансирования расходных обязательств субъектов Российской Федерации, возникающих при возмещении части прямых понесенных затрат на создание и (или) модернизацию объектов по переработке сельскохозяйственной продукции сельскохозяйственным товаропроизводителям, за исключением граждан, ведущих личное подсобное хозяйство, и российским организациям, осуществляющим создание и (или) модернизацию объектов по переработке сельскохозяйственной продукции (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 12 февраля 2020 г. № 137)*	
[3]	МЭК 60050-192—2015	Международный электротехнический словарь. Часть 192. Надежность
	(IEC 60050-192:2015)	(International electrotechnical vocabulary — Part 192: Dependability)
[4]	ИСО 19008:2016	Стандартная система кодирования себестоимости добычи нефти и газа и технологического оборудования
	(ISO 19008:2016)	(Standard cost coding system for oil and gas production and processing facilities)
[5]	API/Std 673	Центробежные вентиляторы для нефтяной, химической и газовой промышленности. 3-е издание (Centrifugal Fans for Petroleum, Chemical and Gas Industry Services, Third Edition)
[6]	API/Std 673	Техническое описание. Техническое описание центробежных вентиляторов для нефтяной, химической и газовой промышленности. 3-е издание (Datasheets, Datasheetsfor Centrifugal Fans for Petroleum, Chemical and Gas Industry Services, 3rd Edition)
[7]	API/Std 560	Нагревательные установки для нефтеперерабатывающих заводов. Четвертое издание (Fired Heaters for General Refinery Service, Fourth Edition)
[8]	API/Std 560	Техническое описание. Техническое описание нагревательных установок для нефтеперерабатывающих заводов (Datasheets, Datasheets for Fired Heaters for General Refinery Services)
[9]	API RP 7C-11F	Рекомендованные практики для установки, технического обслуживания и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания (Recommended Practice for Installation, Maintenance, and Operation of Internal-Combustion Engines)
[10]	Spec API 7B-11C	Технические характеристики поршневых двигателей внутреннего сгорания для нефтепромысла (Specification for Internal-Combustion Reciprocating Engines for Oil Field Service)
[11]	ИСО 10439-1:2015	Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Осевые и центробежные компрессоры и детандер-компрессоры. Часть 1. Общие требования
	(ISO 10439-1:2015)	(Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Axial and centrifugal compressors and expander-compressors — Part 1: General requirements)
[12]	ИСО 10439-2:2015	Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Осевые и центробежные компрессоры и детандер-компрессоры. Часть 2. Неинтегрированные редукторные центробежные и осевые компрессоры
	(ISO 10439-2:2015)	(Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Axial and centrifugal compressors and expander-compressors — Part 2: Non-integrally geared centrifugal and axial compressors)
[13]	ИСО 10439-3:2015	Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Осевые и центробежные компрессоры и детандер-компрессоры. Часть 3. Интегрированные редукторные центробежные компрессоры
	(ISO 10439-3:2015)	(Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Axial and centrifugal compressors and expander-compressors — Part 3: Integrally geared centrifugal compressors)

[14]	ИСО 10439-4:2015	Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Осевые и центробежные компрессоры и детандер-компрессоры. Часть 4. Детандер-компрессоры
	(ISO 10439-4:2015)	(Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Axial and centrifugal compressors and expander-compressors — Part 4: Expander-compressors)
[15]	ИСО 10442:2002	Нефтяная, химическая и газовая промышленность. Центробежные воздушные блочные компрессоры с встроенным редуктором
	(ISO 10442:2002)	(Petroleum, chemical and gas service industries — Packaged, integrally geared centrifugal air compressors)
[16]	API/Std 617	Осевые и центробежные компрессоры и детандер-компрессоры. Восьмое издание (Axial and Centrifugal Compressors and Expander-compressors, Eighth Edition)
[17]	API/Std 617	Техническое описание. Техническое описание стандарта 617 API. Осевые и центробежные компрессоры и детандер-компрессоры. Восьмое издание (Datasheets, Datasheets for API Standard 617, Axial and Centrifugal Compressors and Expander-compressors, Eighth Edition)
[18]	API/Std 618	Поршневые компрессоры для нефтяной, химической и газовой промышленности. Пятое издание. Включает Исправление 1 и 2 (2009 и 2010) [Reciprocating Compressors for Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services, Fifth Edition, Includes Errata 1 and 2 (2009 and 2010)]
[19]	API/Std 618	Техническое описание. Техническое описание для использования со стандартом 618. Пятое издание. Включает Исправление (2009) [Datasheets, Datasheetsfor use with Std 618, Fifth Edition, Includes Errata (2009)]
[20]	API/Std 619	Вращающиеся компрессоры прямого вытеснения для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. 5-е издание (Rotary-Type Positive-Displacement Compressors for Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries, Fifth Edition)
[21]	API/Std 619	Техническое описание. Техническое описание стандарта 619 API (Datasheets, Datasheetsfor API Std 619)
[22]	BS 4999-140:1987	Общие требования к электрическим динамическим машинам. Часть 140. Регулирование напряжения и одновременная работа синхронных генераторов переменного тока (General requirements for rotating electrical machines — Part 140: Voltage regulation and parallel operation of A.C. synchronous generators)
[23]	IEEE C37.101—2006	Руководство ИИЭР по защите генератора от замыкания на землю (IEEE Guide for Generator Ground Protection)
[24]	IEEE C37.102—2007	Руководство ИИЭР по защите генератора переменного тока (IEEE Guide for AC Generator Protection)
[25]	NEMA MG 1	Электродвигатели и генераторы (Motors and generators)
[26]	ЕН 62271-106:2011	Распределительные и управляющие устройства высокого напряжения — Часть 106. Контакторы переменного тока, контакторные контроллеры и пускатели двигателей
	(EN 62271-106:2011)	(High-voltage switchgear and controlgear — Part 106: Alternating current contactors, contactor-based controllers and motor-starters)
[27]	МЭК 60947-4-1:2018	Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 4-1. Электромеханические контакторы и пускатели электродвигателей
	(IEC 60947-4-1:2018)	(Low-voltage switchgear and controlgear — Part 4-1: Electromechanical contactors and motor-starters)
[28]	API/Std 541	Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором с шаблонной обмоткой и 500 л.с. и более. 5-е издание (Form-wound Squirrel-Cage Induction Motors-500 Horsepower and Larger, Fifth Edition)
[29]	API/Std 541	Техническое описание. Техническое описание стандарта 541 API (Datasheets, Data sheets for API Std 541)
[30]	API/Std 547	Асинхронные двигатели общего назначения с короткозамкнутым ротором с шаблонной обмоткой и 250 л.с. и более. 1-е издание (General-Purpose Form-Wound Squirrel Cage Induction Motors 250 Horsepower and Larger — First Edition)

[31]	API/Std 547	Техническое описание. Техническое описание стандарта 547 API. Асинхронные двигатели общего назначения с короткозамкнутым ротором с шаблонной обмоткой и 250 л.с. и более (Datasheets, Datasheets for API Standard 547, General-Purpose Form Wound Squirrel Cage Induction Motors — 250 Horsepower and Larger)
[32]	API/Std 616	Установки газотурбинные для нефтяной, химической и газовой промышленности. 5-е издание (Gas Turbines for the Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services, Fifth Edition)
[33]	API/Std 616	Техническое описание. Техническое описание стандарта 616 API. Установки газотурбинные для нефтяной, химической и газовой промышленности (Datasheets, Datasheetsfor API Standard 616, Gas Turbines for the Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services)
[34]	ИСО 13710:2004	Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Поршневые насосы прямого вытеснения
	(ISO 13710:2004)	(Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Reciprocating positive displacement pumps)
[35]	API/Std 610	Насосы центробежные для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. 11-е издание (ИСО 13709:2009 идентичный принятый стандарт), включает Исправление (июль 2011) (API/Std 610, Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries, Eleventh Edition (ISO 13709:2009 Identical Adoption) [Includes Errata (July 2011)]
[36]	API/Std 610	Техническое описание. Техническое описание для насосов центробежных для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. 11-е издание (Datasheets, Datasheets for Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries, Eleventh Edition)
[37]	API/Std 674	Насосы прямого вытеснения. Поршневые. Включает исправление (май 2014), исправление 2 (апрель 2015) [Positive Displacement Pumps — Reciprocating, Includes Errata (May 2014), Errata 2 (April 2015)]
[38]	API/Std 674	Техническое описание. Техническое описание насосов прямого вытеснения. Поршневые (Datasheets, Datasheets for Positive Displacement Pumps — Reciprocating)
[39]	API/Std 676	Насосы прямого вытеснения. Роторные. 3-е издание (Positive Displacement Pumps — Rotary, Third Edition)
[40]	API/Std 676	Техническое описание. Техническое описание насосов прямого вытеснения. Роторные (Datasheets, Datasheetsfor Positive Displacement Pumps — Rotary)
[41]	ИСО 10437:2003	Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Турбины паровые. Применение по специальному назначению
	(ISO 10437:2003)	(Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Steam turbines — Special-purpose applications)
[42]	API/Std 611	Техническое описание. Техническое описание стандарта 611 API. 5-е издание (Datasheets, Datasheets for API Std 611, Fifth Edition)
[43]	API/Std 611	Техническое описание. Техническое описание для насосов центробежных для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. 11-е издание (Datasheets, Datasheets for Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries, Eleventh Edition)
[44]	API/Std 612	Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Турбины паровые. Применение по специальному назначению. Седьмое издание (Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries-Steam Turbines-Special-purpose Applications, Seventh Edition)
[45]	API/Std 612	Техническое описание. Техническое описание стандарта 612 API (Datasheets, Datasheets for API Std 612)
[46]	ИСО 12211:2012	Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Теплообменники со спиральными пластинами
	(ISO 12211:2012)	(Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Spiral plate heat exchangers)

[47]	ИСО 12212:2012	Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Теплообменники шпилечного типа
	(ISO 12212:2012)	(Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Hairpin-type heat exchangers)
[48]	API/Std 660	Теплообменники кожухотрубные. 9-е издание (Shell-and-tube Heat Exchangers, Ninth Edition)
[49]	API/Std 660	Техническое описание. Техническое описание стандарта 660 API (Datasheets, Datasheets API Std 660)
[50]	API/Std 661	Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Теплообменники с воздушным охлаждением. Седьмое издание (Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries — Air-cooled Heat Exchangers, Seventh Edition)
[51]	API/Std 661	Техническое описание. Техническое описание теплообменников с воздушным охлаждением для нефтеперерабатывающих заводов. 6-е издание. Применение ИСО 13706-1:2005 (Datasheets, Datasheetsfor Air-Cooled Heat Exchangers for General Refinery Services, Sixth Edition — Adoption of ISO 13706-1:2005)
[52]	API/Std 662	Часть 1. Теплообменники с пластинами для нефтеперерабатывающих заводов. Часть 1. Теплообменники пластинчатые и рамочные. 1-е издание. Применение ИСО 15547-1:2005 (Part 1: Plate Heat Exchangers for General Refinery Services — Part 1: Plate-and-Frame Heat Exchangers, First Edition — ISO Adoption from ISO 15547-1:2005)
[53]	API/Std 662	Часть 2. Теплообменники с пластинами для нефтеперерабатывающих заводов. Часть 2. Теплообменники паяные алюминиевые с пластинчатым оребрением. 1-е издание. Применение ИСО 15547-2:2005 (Part 2: Plate Heat Exchangers for General Refinery Services — Part 2: Brazed Alumninum Plate-fin Heat Exchangers First Edition — ISO Adoption from ISO 15547-2:2005)
[54]	API/Std 662	Техническое описание. Техническое описание теплообменников с пластинами для нефтеперерабатывающих заводов. Второе издание (Datasheets, Datasheets for Plate Heat Exchangers for General Refinery Services, Second Edition)
[55]	ИСО 15649:2001	Нефтяная и газовая промышленность. Система трубопроводов
	(ISO 15649:2001)	(Petroleum and natural gas industries — Piping)
[56]	ИСО 16904:2016	Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и испытание рукавов для перекачивания сжиженного природного газа на обычных береговых терминалах
	(ISO 16904:2016)	(Petroleum and natural gas industries — Design and testing of LNG marine transfer arms for conventional onshore terminals)
[57]	ASME B31.3—2014	Система трубопроводов (Process Piping)
[58]	ASME: BPVC Раздел VIII. Правила строительства резервуаров высокого давления. Подраздел 1 (ASME: BPVC Section VIII-Rules for Construction of Pressure Vessels Division 1)	
[59]	ASME: BPVC Раздел VIII. Правила строительства резервуаров высокого давления. Подраздел 2. Альтернативные правила (ASME: BPVC Section VIII-Rules for Construction of Pressure Vessels Division 2 — Alternative Rules)	
[60]	ИСО 28300:2008	Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Вентиляция резервуаров, работающих при атмосферном и низком давлениях
	(ISO 28300:2008)	(Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Venting of atmospheric and low-pressure storage tanks)
[61]	Spec API 12D	Технические характеристики резервуаров, сваренных на месте монтажа, для хранения жидкой продукции (Specification for Field Welded Tanks for Storage of Production Liquids)
[62]	Spec API 12F	Технические характеристики резервуаров, сваренных на заводе, для хранения жидкой продукции. 12-е издание (Specification for Shop Welded Tanks for Storage of Production Liquids, Twelfth Edition)
[63]	Spec API 12P	Технические характеристики резервуаров, выполненных из пластика, армированного стекловолокном. 3-е издание (Specification for Fiberglass Reinforced Plastic Tanks, Third Edition)

[64]	API/Std 650	Сварные резервуары для нефтехранилища. 12-е издание. Включает исправление 1 (2013), исправление 2 (2014) и Дополнение 1 (2014) [Welded Tanks for Oil Storage, Twelfth Edition, Includes Errata 1 (2013), Errata 2 (2014), and Addendum 1 (2014)]
[65]	API/Std 650	Техническое описание. Техническое описание стандарта 650 API. Сварные стальные резервуары для нефтехранилища. 12-е издание (Datasheets, Datasheetsfor API 650, Welded Steel Tanks for Oil Storage, 12th Edition)
[66]	API/Std 620	Проектирование и строительство больших, сварных, резервуаров низкого давления для хранения. 12-е издание (Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks, Twelfth Edition)
[67]	API/Std 2000	Вентиляция резервуаров, работающих при атмосферном и низком давлениях. 7-е издание (Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks. Seventh Edition)
[68]	API/Std 2610	Проектирование, строительство, эксплуатация, техническое обслуживание и осмотр терминалов и резервуаров. 2-е издание (Design, Construction, Operation, Maintenance, and Inspection of Terminal & Tank Facilities, Second Edition)
[69]	МЭК 61800-5-1:2022	Системы силовых электроприводов с регулируемой скоростью. Часть 5-1. Требования к электрической, термической и энергетической безопасности
	(IEC 61800-5-1:2022)	(Adjustable speed electrical power drive systems — Part 5-1:Safety requirements — Electrical, thermal and energy)
[70]	МЭК 60146-1:2009	Преобразователи полупроводниковые. Общие требования и преобразователи с линейной коммутацией
	(IEC 60146-1:2009)	(Semiconductor converters — General requirements and line commutated converters)
[71]	IEEE 1566—2005	Стандарт ИИЭР для рабочих характеристик электроприводов переменного тока с регулируемой скоростью и номинальным напряжением 375 кВ и более (IEEE Standard for Performance of Adjustable Speed AC Drives Rated 375 kW and Larger)
[72]	CSA FT4	Вертикальное испытание пламенем. Кабели в кабельном лотке (Vertical Flame Test — Cables in Cable Trays)
[73]	CAN/CSA C68.3-97	Экранированные и концентрические нейтральные силовые кабели с номинальным напряжением 5—46 кВ (включает общие инструкции 2, 3 и обновления 4 и 5) (Shielded and Concentric Neutral Power Cables Rated 5—46 kV (Includes GI #2, #3, and Updates #4 and #5))
[74]	ICEA S-93-639—2000	Международное руководство по безопасности для нефтяных танкеров и терминалов. Стандарты по обеспечению качества. Часть 4 серии ИСО 9000. Экранированный силовой кабель с номинальным напряжением в пределах 5—46 кВ для передачи и распределения электроэнергии (International safety guide for oil tankers and terminals Quality management and quality assurance standards, Part 1: Part 4: ISO 9000 series 5-46 kV shielded power cable for use in the transmission and distribution of electric energy)
[75]	IEEE 1202—2006	Стандарт ИИЭР для испытаний на нераспространение горения проводов и кабелей (IEEE Standard for Flame-Propagation Testing of Wire & Cable)
[76]	NEMA 20C	Системы кабельных лотков (Cable tray systems)
[77]	NEMA VE-1	Системы металлических кабельных лотков (Metal cable tray systems)
[78]	NEMA VE-2	Руководящие указания по установке кабельных лотков (Cable tray installation guidelines)
[79]	UL 1072	Стандарт лаборатории по технике безопасности США для силовых кабелей среднего напряжения (UL standard for safety medium-voltage power cables)
[80]	UL 1277	Стандарт лаборатории по технике безопасности США для силовых электрических кабелей и кабелей управления в лотке с дополнительными оптоволоконными элементами (UL standard for safety electrical power and control tray cables with optional optical- fiber members)
[81]	UL 1569	Стандарт лаборатории по технике безопасности США для кабелей в металлической оболочке (UL standard for safety metal-clad cables)

[82]	UL 2225	Стандарт лаборатории по технике безопасности США для кабелей и кабельной гарнитуры по использованию в опасных (классифицированных) местах [UL standard for safety cables and cable-fittings for use in hazardous (classified) locations]
[83]	UL 2250	Стандарт лаборатории по технике безопасности США для контрольного кабеля в лотке (UL standard for safety instrumentation tray cable)
[84]	МЭК 60076-2:2011	Силовые трансформаторы. Часть 2. Повышение температуры трансформаторов с жидким диэлектриком
	(IEC 60076-2:2011)	(Power transformers — Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers)
[85]	МЭК 60076-4:2002	Силовые трансформаторы. Часть 4. Руководство к испытаниям грозовым импульсом и коммутационным импульсом. Силовые трансформаторы и реакторы
	(IEC 60076-4:2002)	(Power transformers — Part 4: Guide to the lightning impulse and switching impulse testing — Power transformers and reactors)
[86]	МЭК 60076-7:2018	Трансформаторы силовые. Часть 7. Руководство по нагрузке масляных силовых трансформаторов
	(IEC 60076-7:2018)	(Power transformers — Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers)
[87]	МЭК 60076-8:2011	Силовые трансформаторы. Часть 8. Руководство по применению
	(IEC 60076-8:2011)	(Power transformers — Part 8: Application guide)
[88]	ЕН 60076-10:2016	Силовые трансформаторы. Часть 10. Определение уровней шума
	(EN 60076-10:2016)	(Power transformers — Part 10: Determination of sound levels)
[89]	IEEE C57.12.10-2010	Стандартные требования ИИЭР к силовым трансформаторам с жидким диэлектриком (IEEE Standard Requirements for Liquid-Immersed Power Transformers)
[90]	IEEE C57.18.10-1998	Стандартные практики и требования ИИЭР к полупроводниковым преобразователям силового выпрямителя (IEEE Standard Practices and Requirements for Semiconductor Power Rectifier Transformers)
[91]	МЭК 60947-2:2016	Коммутационная аппаратура управления низковольтная.Часть 2. Автоматические выключатели
	(IEC 60947-2:2016)	(Low-voltage switchgear and controlgear — Part 2: Circuit-breakers)
[92]	МЭК 60947-3:2020	Коммутационная аппаратура управления низковольтная. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и их комбинация с предохранителями
	(IEC 60947-3:2020)	(Low-voltage switchgear and controlgear — Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units)
[93]	МЭК 62271-100:2021	Коммутационная аппаратура управления высоковольтная. Часть 100. Автоматические выключатели переменного тока
	(IEC 62271-100:2021)	(High-voltage switchgear and controlgear — Part 100: Alternating current circuit-breakers)
[94]	МЭК 62271-102:2018	Коммутационная аппаратура управления высоковольтная. Часть 102. Разъединители и заземлители переменного тока
	(IEC 62271-102:2018)	(High-voltage switchgear and controlgear — Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches)
[95]	IEEE C37.012—2014	Руководство ИИЭР по применению устройств для отключения емкостных токов для высоковольтных автоматических выключателей переменного тока выше 1000 В (IEEE Guide for the Application of Capacitance Current Switching for AC High-Voltage Circuit Breakers Above 1000 V)
[96]	IEEE C37.13.1—2006	Стандарт ИИЭР для коммутационных устройств определенного назначения для использования в низковольтном комплектном распределительном устройстве в металлической оболочке с автоматическим выключателем (IEEE Standard for Definite Purpose Switching Devices for Use in Metal-Enclosed Low-Voltage Power Circuit Breaker Switchgear)
[97]	IEEE C37.20.7—2007	Руководство ИИЭР по испытанию комплектных распределительных устройств в металлической оболочке с номинальным напряжением до 38 кВ на предмет воздействия внутренней дуги (IEEE Guide for Testing Metal-Enclosed Switchgear Rated Up to 38 kV for Internal Arcing Faults)

[98]	МЭК 61000-4-7:2002	Электромагнитная совместимость. Часть 4-7. Методики испытаний и измерений. Общее руководство по измерениям и приборам для измерения гармоник и промежуточных гармоник для систем энергоснабжения и связанного с ним оборудования
	(IEC 61000-4-7:2002)	[Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-7: Testing and measurement techniques — General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto]
[99]	МЭК 62040-2:2016	Системы бесперебойного электроснабжения (UPS). Часть 2. Требования к электромагнитной совместимости
	(IEC 62040-2:2016)	[Uninterruptible power systems (UPS) — Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements]
[100]	МЭК 62040-3:2021	Системы бесперебойного электроснабжения (UPS). Часть 3. Метод определения требований к эксплуатации и испытаниям
	(IEC 62040-3:2021)	[Uninterruptible power systems (UPS) — Part 3: Method of specifying the performance and test requirements]
[101]	FCC 47CFR15	Зарядные устройства АКБ общего назначения NEMA PE 5 Радиочастотные приборы (Utility-Type Battery Chargers NEMA PE 5 Radio Frequency Devices)
[102]	NEMA PE 1	Источники бесперебойного питания (ИБП). Технические характеристики и проверка рабочих характеристик [Uninterruptible Power Systems (UPS) — Specification and Performance Verification]
[103]	NEMA PE 5	Зарядные устройства АКБ общего назначения (Utility Type Battery Chargers)
[104]	NEMA PE 7	Зарядные устройства АКБ для средств связи (Communication Type Battery Chargers)
[105]	ИСО 10418:1/Попр. 1:2008	Нефтяная и газовая промышленность. Эксплуатационные морские сооружения. Анализ, проектирование, установка и испытание основных систем обеспечения безопасности поверхности/техническая поправка 1
	(ISO 10418:1/Cor 1:2008)	(Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Analysis, design, installation and testing of basic surface process safety systems/Technical Corrigendum 1)
[106]	ИСО 13702:2015	Нефтяная и газовая промышленность. Контроль и подавление пожаров и взрывов на установках для добычи из морских месторождений. Требования и руководящие указания
	(ISO 13702:2015)	(Petroleum and natural gas industries — Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations — Requirements and guidelines)
[107]	API RP 554	Часть 1. Рекомендованные практики 554 API. Часть 2. Системы управления технологическими процессами. Функции систем управления технологическими процессами и разработка функциональных требований. 2-е издание (Part 1: API Recommended Practice 554, Part 2: Process Control Systems — Process Control Systems Functions and Functional Specification Development, Second Edition)
[108]	API RP 554	Часть 2. Рекомендованные практики 554 API. Часть 2. Системы управления технологическими процессами. Проектирование систем управления технологическими процессами. 1-е издание (Part 2: API Recommended Practice 554, Part 2: Process Control Systems — Process Control System Design, First Edition)
[109]	API RP 554	Часть 3. Рекомендованные практики 554 API. Часть 3. Системы управления технологическими процессами. Реализация проекта и приобретение и эксплуатация систем управления технологическими процессами. Первое издание (Part 3: API Recommended Practice 554, Part 3: Process Control Systems — Project Execution and Process Control System Ownership, First Edition)
[110]	NORSOK S-001:2008	Техническая безопасность (Technical safety)
[111]	ИСО 15544:2000	Нефтяная и газовая промышленность. Установки для морской добычи. Требования и руководящие указания по реагированию на аварийные ситуации
	(ISO 15544:2000)	(Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Requirements and guidelines for emergency response)

[112] ММО, СОЛАС. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море (СОЛАС), 1974 [IMO, SOLAS. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974]

[113] ИСО 25457:2008 Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Факельные устройства для нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов

(ISO 25457:2008) (Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Flare details for general refinery and petrochemical service)

[114] API/Std 521 Системы сброса и снижения давления. Шестое издание (2014) [Pressure-relieving and Depressuring Systems, Sixth Edition (2014)]

[115] API/Std 537 Факельные устройства для нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. Второе издание (ИСО 25457:2008, идентичный) [Flare Details for General Refinery and Petrochemical Service, Second Edition (ISO 25457:2008, Identical)]

[116] API/Std 537 Техническое описание. Техническое описание стандарта 537 API. Второе издание (Datasheets, Datasheets for API 537, Second Edition)

[117] NORSOK 1-001:2010 Полевые КИПиА (Field instrumentation)

[118] DNV-OS-E406:2010 Проектирование спасательных шлюпок свободного падения (Design of Free Fall Lifeboats)

[119] ММО, СОЛАС. MSC.81 (70) Испытание и оценка спасательных средств, 2010 [IMO, SOLAS. MSC.81 (70) Testing and evaluation of life saving appliances, 2010]

[120] ММО, СОЛАС. MSC.48 (66) Кодекс по спасательным средствам, 2010 [IMO, SOLAS. MSC.48 (66) Life saving appliances code, 2010]

[121] NORSOK R-002:2012 Оборудование для эксплуатации скважины (Lifting equipment)

[122] NORSOK U-100:2015 Подводная эксплуатация с привлечением укомплектованной рабочей силы (Manned underwater operations)

[123] NFPA 13 Стандарт для установки спринклерных систем. Национальная ассоциация противопожарной защиты (Standard for the Installation of Sprinkler Systems. National Fire Protection Association, NFPA)

[124] NFPA 15 Стандарт для стационарных систем пожаротушения распыленной водой. Национальная ассоциация противопожарной защиты (Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection. National Fire Protection Association, NFPA)

[125] NFPA 16 Стандарт для установки пенно-водяных спринклерных и пенных систем распыления воды. Национальная ассоциация противопожарной защиты (Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems. National Fire Protection Association, NFPA)

[126] ММО/COMSAR Циркуляр 32. Согласование требований ГМССБ в отношении радиооборудования на борту судна СОЛАС, 2004 (IMO/COMSAR/Circ.32, Harmonization of GMDSS requirements for radio installations on board SOLAS ships, 2004)

[127] NORSOK T-001:2010 Телекоммуникационные системы (Telecom systems)

[128] NORSOK T-100:2010 Телекоммуникационные подсистемы (Telecom subsystems)

[129] API SP 6D Технические характеристики трубопроводов и трубопроводной арматуры. 24-е издание (2014), в том числе исправление 1 (2014), исправление 2 (2014), исправление 3 (2015) и дополнение 1 (2015), исправление 5 (2015), исправление 6 (2015), исправление 7 (2016) и дополнение 2 (2016) (Specification for Pipeline and Piping Valves, Twenty-Fourth Edition (2014), includes Errata 1 (2014), Errata 2 (2014), Errata 3 (2015), and Addendum 1 (2015), Errata 5 (2015), Errata 6 (2015), Errata 7 (2016), and Addendum 2 (2016))

[130] API/Std 520, Часть 1. Определение необходимого размера, подбор и установка устройств сброса давления. Часть 1. Определение необходимого размера и подбор. 9-е издание (Part 1: Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices, Part 1: Sizing and Selection, Ninth Edition)

[131] API/Std 520 Часть 2. Определение необходимого размера, подбор и установка устройств сброса давления на нефтеперерабатывающих заводах. Часть 2. Установка. 6-е издание (Part 2: Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries — Part 2: Installation, Sixth Edition)

[132]	API/Std 526	Предохранительная арматура сброса давления с фланцем. 6-е издание (включает исправление 1, исправление 2) [Flanged Steel Pressure-relief Valves, Sixth Edition (Includes Errata 1, Errata 2)]
[133]	API/Std 594	Обратная арматура: фланцевая, бесфланцевая, межфланцевая и приварная (Check Valves: Flanged, Lug, Wafer and Butt-welding)
[134]	API/Std 609	Двустворчатая арматура: с отбортовкой двух кромок, бесфланцевая и межфланцевая (Butterfly Valves: Double-flanged, Lug- and Wafer-type)
[135]	ASME B16.34—2013	Арматура: фланцевая, резьбовая и привариваемая (Valves — Flanged, Threaded and Welding End)
[136]	API RP 17B	Рекомендованные практики для гибкого трубопровода. 5-е издание (май 2014) [Recommended Practice for Flexible Pipe, Fifth Edition (May 2014)]
[137]	API SP 17J	Технические характеристики гибкой трубы с многослойной несвязанной изоляцией. Четвертое издание (май, 2014) (Specification for Unbonded Flexible Pipe, Fourth Edition (May 2014))
[138]	ИСО 14723:2009	Нефтяная и газовая промышленность. Системы трубопроводного транспорта. Арматура подводная трубопроводная
	(ISO 14723:2009)	(Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems — Subsea pipeline valves)
[139]	ИСО 16708:2006	Нефтяная и газовая промышленность. Системы трубопроводного транспорта. Методы расчета надежности по предельному состоянию
	(ISO 16708:2006)	(Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems — Reliability-based limit state methods)
[140]	DNV RP-F116:2015	Управление целостностью систем подводного трубопровода (Integrity Management of Submarine Pipeline Systems)
[141]	API RP 17H	Дистанционно управляемое оборудование и интерфейсы систем подводной добычи. 2-е издание, 2013 (Remotely Operated Tools and Interfaces on Subsea Production Systems, Second Edition, 2013)
[142]	ИСО 13628-15:2011	Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 15. Подводные структуры и манифольды
	(ISO 13628-15:2011)	(Petroleum and natural gas industries — Design and operation of subsea production systems — Part 15: Subsea structures and manifolds)
[143]	ИСО 13628-5:2009	Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 5. Подводные шлангокабели
	(ISO 13628-5:2009)	(Petroleum and natural gas industries — Design and operation of subsea production systems — Part 5: Subsea umbilicals)
[144]	API/Std 17F	Стандарт для систем управления подводной добычей. 3-е издание (Standard for Subsea Production Control Systems, Third Edition)
[145]	API RP 14B	Проектирование, установка, ремонт и эксплуатация систем скважинных клапанов-отсекателей. 6-е издание (Design, Installation, Repair and Operation of Subsurface Safety Valve Systems, Sixth Edition)
[146]	API SP 14A	Технические характеристики скважинных клапанов-отсекателей с оснасткой. 12-е издание, включает исправление (июль, 2015) [Specification for Subsurface Safety Valve Equipment, Twelfth Edition, Includes Errata (July, 2015)]
[147]	API SP 14L	Технические характеристики установочной оправки и посадочных ниппелей. 2-е издание (Specification for Lock Mandrels and Landing Nipples, Second Edition)
[148]	NORSOK D-010:2013	Целостность скважины в буровых работах и эксплуатации скважины (Well integrity in drilling and well operations)
[149]	ИСО 15551-1:2015	Нефтяная и газовая промышленность. Буровое и эксплуатационное оборудование. Часть 1. Электрические скважинные насосные системы для механизированной добычи
	(ISO 15551-1:2015)	(Petroleum and natural gas industries — Drilling and production equipment — Part 1: Electric submersible pump systems for artificial lift)

[150]	API RP 11S	Рекомендованные практики для эксплуатации, технического обслуживания и поиска и устранения неисправностей установок электрического скважинного насоса (Recommended Practice for the Operation, Maintenance and Troubleshooting of Electric Submersible Pump Installations)
[151]	ИСО 13354:2014	Нефтяная и газовая промышленность. Буровое и эксплуатационное оборудование. Отводное оборудование, используемое при бурении газа, поступающего с небольших глубин
	(ISO 13354:2014)	(Petroleum and natural gas industries — Drilling and production equipment — Shallow gas diverter equipment)
[152]	ИСО 13624-1:2009	Нефтяная и газовая промышленность. Буровое и эксплуатационное оборудование. Часть 1. Проектирование и эксплуатация морских райзеров для бурения
	(ISO 13624-1:2009)	(Petroleum and natural gas industries — Drilling and production equipment — Part 1: Design and operation of marine drilling riser equipment)
[153]	ИСО 13628-7:2005	Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 7. Системы райзеров для заканчивания/ремонта скважин
	(ISO 13628-7:2005)	(Petroleum and natural gas industries — Design and operation of subsea production systems — Part 7: Completion/workover riser systems)
[154]	API SP 16A	Технические характеристики бурового оборудования, в том числе исправление. 3-е издание (2004) [Specification for Drill Through Equipment. Includes Errata, Third Edition (2004)]
[155]	Spec API 16D	Технические характеристики систем управления противовыбросовым буровым оборудованием и систем управления отводным оборудованием. 2-е издание (Specification for Control Systems for Drilling Well Control Equipment and Control Systems for Diverter Equipment Second Edition)
[156]	API/Std 53	Противовыбросовые превенторы для бурения скважин. 4-е издание (Blowout Prevention Equipment Systems for Drilling Wells, Fourth Edition)
[157]	NORSOK D-002:2013	Оборудование для заканчивания скважин. 2-я редакция (Well intervention equipment, Revision 2)
[158]	NORSOK C-004:2013	Вертолетная палуба на морских установках (Helicopter deck on offshore installations)
[159]	ИСО 15138:2018	Нефтяная и газовая промышленность. Морские установки для добычи нефти и газа. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
	(ISO 15138:2018)	(Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Heating, ventilation and air-conditioning)
[160]	Spec API 5CT	Технические характеристики обсадных и насосно-компрессорных труб (Specification for Casing and Tubing)
[161]	Spec API 19G2	Устройства регулирования расхода для оправки ингибиторного клапана. 12-е издание (Flow-control devices for side-pocket mandrels, twelfth Edition)
[162]	ИСО 14998:2013	Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование скважинное. Приспособления для закачивания
	(ISO 14998:2013)	(Petroleum and natural gas industries — Downhole equipment — Completion accessories)
[163]	МЭК 60381-2:1978	Сигналы аналоговые для систем управления технологическими процессами. Часть 2. Сигналы постоянного напряжения
	(IEC 60381-2:1978)	(Analog signals for process control systems — Part 2: Direct voltage signals)
[164]	ИСО 16530-1:2017	Нефтяная и газовая промышленность. Целостность скважины. Часть 1. Управление жизненным циклом
	(ISO 16530-1:2017)	(Petroleum and natural gas industries — Well integrity — Part 1: Life cycle governance)
[165]	ИСО/ТС 12835:2022	Оценка соединений обсадных труб при тепловом воздействии на скважину
	(ISO/TS 12835:2022)	(Qualification of casing connections for thermal wells)

[166] Cooke R.M. Experts in Uncertainty: Expert Opinion and Subjective Probability in Science. Oxford University Press, 1992

[167] SINTEF and NTNU, Offshore and Onshore Reliability Data Handbook, Volume I & II, ed. 6, April 2015

[168] МЭК 61810-2:2017 — Реле электромеханические с нерегулируемым временем срабатывания. Часть 2. Надежность. Методика верификации значений
(IEC 61810-2:2017) — (Electromechanical elementary relays — Part 2: Reliability)

[169] ИСО 15663-1:2021 — Нефтяная и газовая промышленность. Оценка стоимости жизненного цикла. Часть 1. Методология
(ISO 15663-1:2021) — (Petroleum and natural gas industries — Life cycle costing — Part 1: Methodology)

[170] ИСО 15663-2:2021 — Нефтяная и газовая промышленность. Оценка стоимости жизненного цикла. Часть 2. Руководящие указания по применению методологии и методов расчета
(ISO 15663-2:2021) — (Petroleum and natural gas industries — Life-cycle costing — Part 2: Guidance on application of methodology and calculation methods)

[171] ИСО 15663-3:2021 — Нефтяная и газовая промышленность. Оценка стоимости жизненного цикла. Часть 3. Руководящие указания по внедрению
(ISO 15663-3:2021) — (Petroleum and natural gas industries — Life-cycle costing — Part 3: Implementation guidelines)

[172] Selvik J.T., & Aven T. A framework for reliability and risk centered maintenance. Reliab. Eng. Syst. Saf. 2011, 96 (2) pp. 324—331

[173] Kirwan B. A guide to practical human reliability assessment. Taylor & Francis, UK, 1994

[174] NORSOK Z-013:2010 — Анализ рисков и готовности к чрезвычайным ситуациям (Risk and emergency preparedness assessment)

[175] API RP 580 — Обследование на основе оценки риска. Второе издание (Risk-Based Inspection, Second Edition)

[176] NORSOK Z-008:2011 — Техническое обслуживание, основанное на оценке рисков и классификации последствий (Risk based maintenance and consequence classification)

[177] SAE JA1011:1999 — Критерии оценки процессов, относящихся к НОТО (Evaluation Criteria for RCM Processes)

[178] SAE JA1012:2002 — Руководство по стандарту для надежностно-ориентированного технического обслуживания (НОТО) [A Guide to the Reliability Centered Maintenance (RCM) Standard]

[179] МЭК 60300-3-12:2011 — Управление общей надежностью. Часть 3-12. Руководство по применению. Интегрированное логистическое обеспечение
(IEC 60300-3-12:2011) — (Dependability management — Part 3-12: Application guide — Integrated logistic support)

[180] МЭК 60706-3 — Ремонтопригодность оборудования. Часть 3. Проверка, сбор, анализ и представление данных
(IEC 60706-3) — (Guide on maintainability of equipment — Part 3: Verification and collection, analysis and presentation of data)

[181] NORSOK N-001:2012 — Целостность морских сооружений (Integrity of offshore structures)

[182] МЭК 62740:2015 — Анализ основных причин (АОП)
(IEC 62740:2015) — [Root cause analysis (RCA)]

[183] МЭК 62551:2012 — Техника анализа надежности. Анализ сети Петри
(IEC 62551:2012) — (Analysis techniques for dependability — Petri net techniques)

[184] OREDA® Offshore and Onshore Reliability Data): Joint oil and gas industry project for collection of equipment reliability and maintenance data

[185] van Noortwijk J.M., Dekker R., Cooke M., Mazzucchi T.A Expert judgment in maintenance optimization. IEEE Trans. Reliab. 1992, 41 (3) pp. 427—432

[186] NPRA Maintenance Conference 2002, Identifying and implementing improvement opportunities, through benchmarking, Workshop MC-02-88

[187] Hernu M. Using benchmark data effectively, NPRA Maintenance conference May 2000 (Austin TX)

[188] The Norwegian Oil and Gas Association, 070 — Norwegian Oil and Gas Recommended Guidelines for Application of IEC 61508 and IEC 61511 in the Norwegian Petroleum Industry, Draft version, 26 Feb 2016

УДК 622.276.04:006.354

ОКС 75.180.99
35.240.50

Ключевые слова: нефтяная и газовая промышленность, сбор и обмен данными, надежность, техническое обслуживание, оборудование

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректоры *Е.Д. Дульнева, И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 11.08.2023. Подписано в печать 30.08.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 29,76. Уч.-изд. л. 25,30.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

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

gost.e-ecolog.ru