ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 20815— 2013

Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность

УПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И НАДЕЖНОСТЬЮ

ISO 20815:2008
Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Production assurance and reliability management (IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Дочерним открытым акционерным обществом «Центральное конструкторское бюро нефтеаппаратуры» Открытого акционерного общества «Газпром» (ДОАО ЦКБН ОАО «Газпром») на основе аутентичного перевода на русский язык указанного в пункте 4 международного стандарта, который выполнен Обществом с ограниченной ответственностью «Газпром развитие» (ООО «Газпром развитие»)

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

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2013 г. № 2283-ст.

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 20815:2008 «Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Обеспечение качества продукции и руководство по надежности» (ISO 20815:2008 «Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Production assurance and reliability management»).

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

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДБ

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 Необходимо иметь в виду, что некоторые элементы настоящего стандарта могут быть объектом патентного права. ИСО не берет на себя ответственность за идентификацию какого-либо отдельного или всех таких патентных прав

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске 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

© Стандартинформ, 2015

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, определения и сокращения 2
3.1 Термины и определения 2
3.2 Сокращения 6
4 Обеспечение эффективности производства и средства поддержки принятия решений 7
4.1 Базовые условия 7
4.2 Процесс оптимизации 8
4.3 Программа обеспечения эффективности производства 10
4.4 Альтернативные стандарты 14
5 Процессы и мероприятия по обеспечению эффективности производства 14
Приложение А (справочное) Содержание программы обеспечения эффективности производства 16
Приложение В (справочное) Основные процессы и мероприятия по обеспечению эффективности производства 17
Приложение С (справочное) Сопутствующие процессы и мероприятия по обеспечению эффективности производства 25
Приложение D (справочное) Анализ эффективности 29
Приложение Е (справочное) Данные о надежности и эксплуатационные данные 32
Приложение F (справочное) Критерии и требования эффективности 34
Приложение G (справочное) Показатели эффективности, основанные на производственной готовности 35
Приложение Н (справочное) Катастрофические события 46
Приложение I (справочное) Краткий обзор методов анализа надежности 47
Приложение ДА (справочное) Дополнительные термины и определения понятий, необходимые для понимания текста настоящего стандарта 60
Приложение ДБ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов и стандартов, указанных в библиографии, национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам 63
Библиография 66

Введение

Нефтяная и газовая промышленность характеризуется большими капитальными вложениями и эксплуатационными затратами. Рентабельность данной отрасли зависит от безотказности, готовности и ремонтопригодности используемых систем и компонентов. Поэтому для оптимального уровня производственной готовности в нефтяном и газовом бизнесе требуется стандартизированный, комплексный (интегрированный) подход к методам обеспечения надежности.

Концепция обеспечения эффективности производственного процесса (производства), представленная в настоящем стандарте, позволяет получить единое понимание относительно использования методов обеспечения надежности на различных стадиях жизненного цикла и охватывает виды деятельности (мероприятия), направленные на достижение и поддержание оптимального уровня эффективности, за счет согласованности общих экономических показателей и применяемых нормативных и базовых условий.

Приложения А — I приведены только для информации.

Применяемый в настоящем стандарте международный стандарт ИСО 20815:2008 был разработан техническим комитетом ИСО/ТК 67 «Материалы, оборудование и морские конструкции для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности».

Дополнительное приложение ДА содержит дополнительные термины и определения понятий, необходимые для понимания текста настоящего стандарта, приведенные из соответствующих национальных стандартов Российской Федерации и межгосударственных стандартов.

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных/зарубежных стандартов, указанных в библиографии, соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложение ДБ.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность

УПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И НАДЕЖНОСТЬЮ

Petroleum, petrochemical and natural gas industries. Ensuring production efficiency and reliability management

Дата введения — 2014—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт вводит концепцию обеспечения эффективности производственного процесса (производства) применительно к системам и операциям, связанным с поисково-разведочным бурением скважин, разработкой месторождений углеводородов (далее — месторождений), переработкой углеводородного сырья и транспортировкой нефтяных, нефтехимических и газовых ресурсов. Настоящий стандарт распространяется на производственные объекты и виды деятельности в сегментах: разведки и добычи (в т. ч. подводной) «апстрим», транспортировки и логистики «мидстрим», переработки и сбыта «даунстрим». Настоящий стандарт концентрирует внимание на обеспечении эффективности производственных процессов добычи и переработки нефти и газа и связанных с ними процессов, и охватывает вопросы анализа надежности/безотказности и технического обслуживания компонентов.

Настоящий стандарт распространяется на процессы и мероприятия и содержит требования и руководящие указания в области систематического управления, эффективного планирования, внедрения и применения концепции обеспечения эффективности производства и методов обеспечения надежности, которые направлены на достижение экономически эффективных решений на протяжении всего жизненного цикла проекта освоения месторождения, сосредоточенного вокруг следующих основных вопросов:

- управление обеспечением эффективности производства с целью экономической оптимизации производственного объекта на протяжении всех стадий его жизненного цикла с учетом ограничений в области охраны труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды, влияния человеческого фактора и требований качества;
- планирование, внедрение и применение методов обеспечения надежности;
- применение данных о надежности и техническом обслуживании;
- проектирование, основанное на требованиях безотказности, и совершенствование методов эксплуатации.

Общие вопросы по безотказности оборудования и проведению технического обслуживания см. в серии стандартов МЭК 60300-3 [27].

Настоящий стандарт выделяет 12 процессов, семь из которых определены как основные процессы обеспечения эффективности производства и входят в область применения настоящего стандарта. Остальные пять процессов являются сопутствующими и не входят в область применения настоящего стандарта. Однако взаимовлияние основных и сопутствующих процессов обеспечения эффективности производства находится в рамках рассмотрения настоящего стандарта, поскольку для выполнения требований к обеспечению эффективности производства необходим взаимообмен информацией между всеми указанными процессами.

Приведенные в настоящем стандарте процессы и мероприятия рекомендуется внедрять только в случае предполагаемого повышения эффективности проекта.

Настоящий стандарт содержит обязательные требования только в части введения и применения программы обеспечения эффективности производства.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта.

ИСО 14224:2006 Промышленность нефтяная, нефтехимическая и газовая. Сбор и обмен данными по надежности и обслуживанию оборудования (ISO 14224:2006 Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment).

3 Термины, определения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями и сокращения.

3.1 Термины и определения

3.1.1 **готовность** (availability): Способность изделия выполнить требуемую функцию при данных условиях в заданный момент времени или на протяжении заданного интервала времени, в предположении, что необходимые внешние ресурсы обеспечены.

Дополнительная информация приведена на рисунке G.1 (приложение G).

3.1.2 **отказы по общей причине** (common cause failures): Отказы различных изделий, происходящие из-за одного события в сравнительно короткий интервал времени, если эти отказы не являются следствиями друг друга.

3.1.3 **корректирующее техническое обслуживание** (corrective main-tenance): Техническое обслуживание, выполняемое после обнаружения неисправности с целью возвращения изделия в состояние, в котором оно может выполнить требуемую функцию.

Более детальную информацию см. в МЭК 60050-191:1990 (рисунок 191-10) [2].

3.1.4 **доставляемость; коэффициент доставляемости** (deliverability): Отношение фактического объема поставок к плановому в заданном интервале времени с учетом влияния компенсирующих факторов, таких как, заменяемость изделий от разных производителей и буферное хранение в сегменте «даунстрим».

Дополнительная информация приведена на рисунке G.1 (приложение G).

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

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

3.1.6 **неработоспособное состояние (по внутренней причине)** (down state): «Внутренне» неработоспособное состояние изделия, характеризующееся неисправностью или неспособностью выполнить требуемую функцию из-за профилактического технического обслуживания [2].

Примечание — Это состояние связано с обеспечением эксплуатационной готовности.

3.1.7 **продолжительность неработоспособного состояния; простой** (downtime): Интервал времени, в течение которого изделие находится в неработоспособном состоянии [2].

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

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

Пример — Очистка, транспортирование и маркетинг нефтепродуктов.

---

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

3.1.9 **отказ** (failure): Потеря способности изделия выполнять требуемую функцию.

Примечания

1 После отказа изделие находится в неисправном состоянии.

2 «Отказ» является событием в отличие от «неисправности», которая является состоянием.

3.1.10 **(основная) причина отказа** (failure cause; root cause): Обстоятельства в ходе разработки, производства или использования, которые привели к отказу [2].

Примечание — Общие нормы на причины отказов, применимые к отказам оборудования определены в ИСО 14224:2006 [подпункт В.2.3 (приложение В)].

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

3.1.12 **вид отказа** (failure mode): Характер проявления отказа на отказавшем изделии.

Примечание — Нормы на виды отказов определены для некоторых классов оборудования в ИСО 14224:2006 [подпункт В.2.6 (приложение В)].

3.1.13 **интенсивность отказов** (failure rate): Предел, если он существует, отношения условной вероятности, что момент отказа изделия T произойдет в заданном интервале времени $[t, (t + \Delta t)]$ к длине этого интервала Δt, если Δt стремится к нулю, при условии, что в начале этого интервала изделие находилось в работоспособном состоянии.

Более детальную информацию об «интенсивности отказов» см. в ИСО 14224:2006 [пункт С.3 (приложение С)].

Примечания

1 В данном определении t может также означать наработку до отказа или наработку до первого отказа.

2 С практической точки зрения, «интенсивность отказов» — это число отказов, соотнесенное с соответствующей продолжительностью эксплуатации. В некоторых случаях, вместо величины продолжительности эксплуатации может применяться количество используемых единиц. Как правило, величина обратная MTTF (3.1.25) может быть использована в дальнейшем как экстраполяционная функция интенсивности отказов, то есть среднего количества отказов в единицу времени, если изделия при отказе заменяются аналогичными изделиями.

3 Интенсивность отказов может быть определена, исходя из фактической или календарной продолжительности эксплуатации.

3.1.14 **неисправность** (fault): Состояние изделия, характеризующееся неспособностью выполнять требуемую функцию, исключая такую неспособность во время профилактического технического обслуживания или других запланированных действий или из-за нехватки внешних ресурсов [2].

Примечание — Неисправность часто является следствием отказа, но может иметь место и при его отсутствии.

3.1.15 **устойчивость к неисправности** (fault tolerance): Способность изделия продолжать выполнять требуемую функцию при неисправностях определенных составных частей [2].

3.1.16 **изделие; продукция** (item): Любая деталь, компонент, устройство, подсистема, функциональный блок, оборудование или система, которые можно рассматривать в отдельности [2].

3.1.17 **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 [29].

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).

3.1.18 **упущенная прибыль;** LOSTREV (lost revenue; LOSTREV): Прибыль, не полученная вследствие производственных потерь или уменьшения объема производства, размер которой зависит от продолжительности неработоспособного состояния.

3.1.19 **ремонтопригодное изделие** (maintainable item): Изделие, представляющее собой деталь или сборочную единицу, которое, как правило, находится на низшем уровне разукрупнения с точки зрения операций технического обслуживания.

Примеры ремонтопригодных изделий для различного оборудования см. в ИСО 14224:2006 (приложение А).

3.1.20 **техническое обслуживание** (maintenance): Совокупность всех технических и организационных действий, включая контроль состояния, направленных на поддержание изделия, или возвращение изделия в состояние, при котором оно может выполнить требуемую функцию [2].

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

3.1.22 **ремонтопригодность** (maintainability): Способность изделия при данных условиях использования к поддержанию или восстановлению состояния, в котором он может выполнить требуемую функцию, путем проведения технического обслуживания, выполняемого при заданных условиях с применением установленных процедур и ресурсов.

Дополнительная информация приведена на рисунке G.1 (приложение G).

3.1.23 **поддержка технического обслуживания** (maintenance support performance): Свойство организации технического обслуживания при заданных условиях обеспечивать по запросу изделие требуемыми для технического обслуживания ресурсами в соответствии с заданной стратегией технического обслуживания [2].

Примечание — «Заданные условия» непосредственно относятся к конкретному изделию, а также к условиям его эксплуатации и технического обслуживания.

3.1.24 **средняя наработка между отказами; MTBF** (mean time between failures; MTBF): Математическое ожидание наработки между отказами [2].

Примечание — MTBF изделия может быть длиннее или короче проектного срока службы системы.

3.1.25 **средняя наработка до отказа; MTTF** (mean time to failure; MTTF): Математическое ожидание наработки до отказа [2].

Примечание — MTTF изделия может быть длиннее или короче проектного срока службы системы.

3.1.26 **среднее время до восстановления** (mean time to repair; MTTR): Математическое ожидание времени до восстановления [2].

3.1.27 **сегмент (транспортирование и логистики) «мидстрим»** (midstream): Бизнес-сегмент нефтяной промышленности, связанный с первичными стадиями переработки, хранением и транспортированием углеводородов.

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

3.1.28 **модификация** (modification): Совокупность всех технических и организационных действий, направленных на изменение изделия [2].

3.1.29 **период наблюдения** (observation period): Период времени, в течение которого происходит регистрация эксплуатационных данных и данных о надежности.

3.1.30 **состояние функционирования** (operating state): Состояние выполнения изделием требуемой функции [2].

3.1.31 **наработка** (operating time): Интервал времени, в течение которого изделие находится в состоянии функционирования [2].

3.1.32 **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.

3.1.33 **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.

3.1.34 **нефтехимическое производство; производство нефтехимической продукции; нефтехимия** (petrochemicals)*: Коммерческая деятельность, направленная на получение и использование продуктов переработки нефти в качестве исходного сырья для производства различных пластмасс и другой нефтехимической продукции.

Пример — Метанол, полипропилен.

3.1.35 **профилактическое техническое обслуживание** (preventive maintenance): Техническое обслуживание, проводимое через заранее установленные интервалы, или по предписанным критериям оценки состояния и выполняемое с целью уменьшения вероятности отказа или компенсации снижения работоспособного состояния изделия [2].

3.1.36 **анализ эффективности** (production-performance analysis): Систематические исследования и расчеты, выполняемые для оценки производительности системы.

Примечание — Этот термин следует использовать главным образом применительно к анализу систем в целом, но можно применять и для анализа производственной неготовности подсистемы.

3.1.37 **обеспечение эффективности производственного процесса; обеспечение эффективности производства** (production assurance): Виды деятельности, направленные на достижение и поддержание оптимального уровня эффективности за счет согласованности общих экономических показателей и применяемых базовых условий.

3.1.38 **производственная готовность; производственный коэффициент готовности** (production availability): Отношение фактического объема производства к плановому, или к любому другому номинальному уровню** за заданный период времени.

Примечание — Этот показатель используется при анализе разграниченных (обособленных) систем без компенсирующих элементов, таких как заменяемость изделий от разных производителей и буферное хранение в сегменте «даунстрим». В каждом случае должно быть определено разграничение ответственности.

Дополнительная информация приведена на рисунке G.1 (приложение G).

3.1.39 **эффективность производственного процесса; эффективность производства** (production performance): Производительность системы, отвечающая требованиям поставки или эффективности.

Примечания

1 Для оценки эффективности производства могут быть использованы такие показатели, как производственная готовность, доставляемость или другие соответствующие показатели.

2 Применяемая терминология должна конкретизировать, представляет ли она прогнозируемые показатели эффективности производства или показатели прошедшего периода.

3.1.40 **резервирование** (redundancy): Наличие более одного средства, необходимого для выполнения требуемой функции [2].

3.1.41 **безотказность** (reliability): Способность изделия выполнить требуемую функцию при данных условиях в заданном интервале времени [2].

Примечания

1 «Безотказность» используется также в значении «показатель надежности» и может определяться с помощью вероятностных характеристик.

2 Термин «безотказность (reliability)» применяется также в тексте настоящего стандарта в значении «надежность» для общего неколичественного описания надежности.

3 Дополнительная информация приведена на рисунке G.1 (приложение G).

3.1.42 **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.

---

* Данный термин не применяется в тексте настоящего стандарта (и в тексте применяемого международного стандарта ИСО 20815:2008), однако сохранен в 3.1.34 в целях обеспечения идентичности стандартов.

** Здесь: номинальный уровень — номинальное значение выбранного показателя, принимаемое в качестве уровня приведения.

3.1.43 **требуемая функция** (required function): Функция или сочетание функций изделия, которые рассматривают как необходимые для оказания услуги [2].

3.1.44 **риск** (risk): Сочетание вероятности события и его последствий [20].

3.1.45 **реестр рисков** (risk register): Способ регистрации, отслеживания и исключения релевантных рисков.

Примечание — По каждому риску реестр рисков должен содержать, как правило, следующую информацию:

- описание риска;
- описание действия (действий), связанного (связанных) с обработкой риска;
- список специалистов, ответственных за обработку риска;
- установленные даты;
- статус риска*.

3.1.46 **вероятность безотказной работы,** *R(t)* (survival probability): вероятность продолжения функционирования объекта в соответствии с формулой:

$$R(t) = Pr(T > t), \quad (1)$$

где *Pr* — вероятность того, что, время до наступления отказа изделия *T*, больше чем время *t*, равное или больше 0.

3.1.47 **работоспособное состояние** (up state): Состояние изделия, характеризуемое способностью изделия выполнить требуемую функцию при условии предоставления внешних ресурсов, в случае необходимости [2].

Примечание — Это состояние связано с обеспечением эксплуатационной готовности.

3.1.48 **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.

3.1.49 **продолжительность работоспособного состояния:** (uptime): Интервал времени, в течение которого изделие находится в работоспособном состоянии [2].

3.1.50 **изменчивость (показателя)** (variability): Разброс значений показателя эффективности производства в различные периоды времени в пределах принятых базовых условий.

Примечание — Разброс может быть вызван простоями оборудования и систем, или эксплуатационными факторами, такими как ветер, волны и доступ к определенным ресурсам для ремонтных работ.

3.2 Сокращения

BOP (blowout preventer) — превентор;

CAPEX (capital expenditures) — капитальные расходы (затраты);

ESD (emergency shut down) — аварийный останов;

FNA (flow-network analysis) — анализ сети потоков;

HAZID** (hazard identification) — идентификация источников опасности;

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

LOSTREV (lost revenue) — упущенная прибыль;

MPA (Markov process analysis) — марковский анализ;

MTBF (mean time between failures) — средняя наработка между отказами;

MTTF (mean time to failure) — средняя наработка до отказа;

---

* Здесь: статус риска — текущее состояние риска.

** Данное сокращение не применяется в тексте настоящего стандарта (и в тексте применяемого международного стандарта ИСО 20815:2008), однако приведено в 3.2 в целях обеспечения идентичности стандартов.

MTTR (mean time to repair) — среднее время до восстановления;

OPEX (operational expenditure) — эксплуатационные затраты;

PAP (production-assurance programme) — программа обеспечения эффективности производства;

PNA (petri net analysis) — анализ сети Петри;

POR (performance and operability review) — анализ производительности и работоспособности;

RBD (reliability block diagram) — блок-схема безотказности;

RBI (risk-based inspection) — техническое освидетельствование (инспектирование) с учетом факторов риска;

RCM (reliability-centred maintenance) — техническое обслуживание, ориентированное на безотказность;

SIMOPS (simultaneous operations) — совмещенные операции;

SRA (structural-reliability analysis) — анализ структурной надежности;

QA (quality assurance) — обеспечение качества*;

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

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

АДН (FTA — fault-tree analysis) — анализ дерева неисправностей;

ДН (FT — fault tree) — дерево неисправностей;

ДУПА (ROV — remote operated vehicle) — дистанционно управляемый подводный аппарат;

ЗЖЦ (LCC — life-cycle cost) — затраты на жизненный цикл;

КИП — контрольно-измерительные приборы;

МТО — материально-техническое обеспечение;

ОТ, ПБ и ООС (HSE — health, safety, environment) — охрана труда, промышленная безопасность и охрана окружающей среды;

СЖТ (GTL — gas to liquid) — синтетическое жидкое топливо;

СНГ (LPG — liquefied petroleum gas) — сжиженный нефтяной газ;

СПГ (LNG — liquefied natural gas) — сжиженный природный газ.

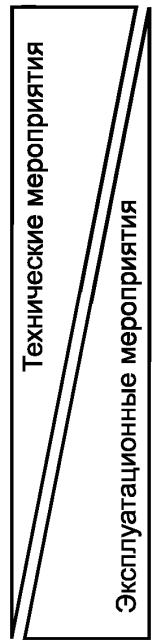
4 Обеспечение эффективности производства и средства поддержки принятия решений

4.1 Базовые условия

Целью систематического обеспечения эффективности производства является достижение согласованности проектных и эксплуатационных решений с задачами коммерческой деятельности организации.

Для достижения этой цели, в процессе проектирования или эксплуатации могут быть проведены технические и эксплуатационные мероприятия, указанные на рисунке 1, способные оказать влияние на эффективность производства. На рисунке 1 показан 21 параметр, каждый из которых, в большей или меньшей степени может оказать влияние на эффективность производства. Некоторые из технических параметров необходимо учитывать при проектировании; другие параметры относятся к эксплуатации. Большинство параметров имеют как технические, так и эксплуатационные аспекты, так например, байпас не может быть применен на стадии эксплуатации, если он не был предусмотрен на стадии проектирования. Кроме того, существует зависимость между многими из перечисленных параметров.

* Определение термина «обеспечение качества» по ГОСТ ISO 9000—2011 приведено в ДА.1 (приложение ДА).



Выбор технологии;
резервирование на уровне системы;
резервирование на уровне оборудования или отдельных компонентов;
функциональные зависимости;
производственные мощности;
концепция оснащения КИП/автоматизации;
понижение сложности производственных процессов;
выбор материалов;
выбор конструкции;
интерфейс «человек-машина»;
эргономическая конструкция;
защита от воздействия окружающей среды;
испытания на надежность;
самодиагностирование;
буферное и резервное хранение;
байпас;
сжигание газа на факельной установке;
коэффициент использования проектных запасов;
запасные части;
стратегия технического обслуживания;
поддержка технического обслуживания.

Рисунок 1 — Проектные и эксплуатационные мероприятия, оказывающие влияние на эффективность производства

Можно выделить две основные рекомендации в отношении достижения эффективности самой концепции обеспечения эффективности производства:

- мероприятия по обеспечению эффективности производства должны осуществляться на протяжении всех стадий проектирования и эксплуатации;
- мероприятия по обеспечению эффективности производства должны иметь как можно более полный охват деятельности по проекту.

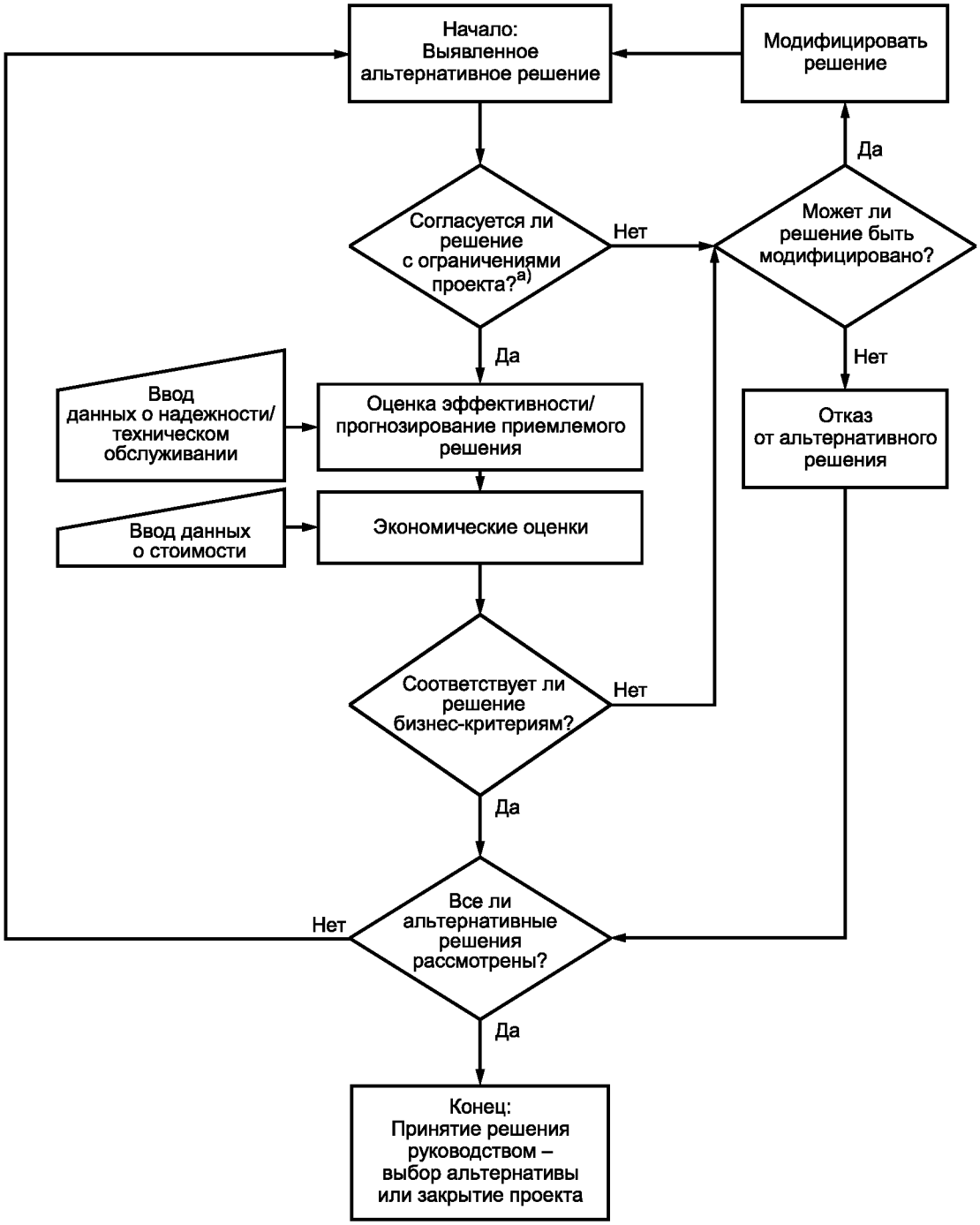
4.2 Процесс оптимизации

Основным принципом оптимизации проектирования или выбора альтернативных проектных решений является оптимизация с учетом экономических показателей в пределах заданных ограничений и базовых условий. Достижение высокой эффективности имеет ограниченное значение без учета соответствующих затрат. Поэтому настоящий стандарт целесообразно рассматривать совместно с ИСО 15663 (все части) [17]—[19].

Примерами ограничений и базовых условий, оказывающими влияние на процесс оптимизации, являются следующие:

- нормативные правовые акты по ОТ, ПБ и ООС;
- требования к безопасности оборудования, исходя из анализа риска и общих критериев приемлемости безопасности;
- требования к проектированию или эксплуатации, регламентируемые нормативными правовыми актами и другими нормативными документами контролирующих органов;
- ограничения проекта, такие как бюджет, время реализации проекта, национальные и межнациональные соглашения;
- условия контрактов купли-продажи;
- технические ограничения.

Процесс оптимизации может быть представлен в виде последовательных шагов, описываемых далее в перечислениях a)—g). Наглядное изображение процесса оптимизации приведено на рисунке 2.



[a)] Ограничения типового проекта включают: требования по ОТ, ПБ и ООС; техническую выполнимость; соответствие нормативным правовым актам, правилам и руководящим документам; экономические ограничения, рамки графика работ.

Рисунок 2 — Процесс оптимизации

a) Анализ проектных требований и выработка проектных решений, удовлетворяющих этим требованиям.

b) Выявление всех законодательных, нормативных и других базовых требований, относящихся к проекту.

c) Определение соответствующих параметров концепции обеспечения эффективности производства.

d) Выявление предпочтительных проектных решений на базе экономического расчета/анализа, такого как анализ чистой приведенной текущей стоимости, или другого критерия оптимизации.

e) Применение процесса оптимизации в соответствии с рисунком 2. Необходимо иметь в виду, что осуществление процесса оптимизации требует привлечение квалифицированных специалистов к вопросам обеспечения эффективности производства и надежности.

f) При необходимости, процесс может быть итеративным, то есть процессом последовательных приближений, где выбранный альтернативный вариант совершенствуется и выявляются альтернативные решения. Итеративный процесс характерен для «пороговой» или завершающей стадий реализации проекта.

g) Могут быть проведены анализы чувствительности, учитывающие неопределенность важных входных параметров.

4.3 Программа обеспечения эффективности производства

4.3.1 Целевые функции

PAP должна служить инструментом управления в процессе выполнения требований настоящего стандарта. PAP является документом, разрабатываемым для различных стадий жизненного цикла нового проекта освоения месторождения, или документом, разрабатываемым для месторождений, находящихся в эксплуатации. Поскольку деятельность по обеспечению эффективности производства является постоянной на протяжении всех стадий жизненного цикла, то PAP при необходимости должна пересматриваться и обновляться. PAP может содержать следующее:

- систематическое планирование мероприятий по обеспечению эффективности производства в рамках этой программы;
- определение критериев оптимизации;
- определение критериев и требований эффективности (при необходимости);
- описание мероприятий по обеспечению эффективности производства, необходимых для достижения критериев эффективности, как они выполняются, кем и когда;
- предложения и рекомендации в отношении применения средств для осуществления взаимодействия мероприятий по обеспечению эффективности производства и надежности с другими мероприятиями;
- методы верификации и валидации*;
- степень детализации, упрощающая внесение обновлений и осуществление общей координации.

Приложение А настоящего стандарта содержит пример структуры и содержания PAP.

PAP является единственным обязательным требованием настоящего стандарта.

Стадии жизненного цикла, указанные в таблице 2, относятся к типовому проекту освоения месторождения. Если стадии в каком-либо конкретном проекте отличаются от указанных ниже, должны быть разработаны и правильно проведены соответствующие мероприятия.

Значительные модификации можно рассматривать как проект со стадиями, аналогичными стадиям проекта освоения месторождения. В этом случае применимы установленные для соответствующих стадий жизненного цикла требования к мероприятиям по обеспечению эффективности производства.

4.3.2 Категоризация проектных рисков

Необходимо определить масштабы инвестирования в PAP в соответствии с коммерческими целями по каждой стадии жизненного цикла. На практике требуемые затраты на обеспечение эффективности производства тесно связаны с уровнем технического проектного риска. Поэтому в качестве одной из первостепенных задач следует провести предварительную категоризацию технических проектных рисков. Это позволит руководителям проекта определить общий уровень инвестирования в средства надежности, который, при необходимости, будет реализован в рамках проекта.

---

* Определения терминов «верификация» и «валидация» по ГОСТ ISO 9000—2011 приведены в ДА.2 и ДА.3 (приложение ДА), соответственно.

Категоризация проектных рисков, как правило, меняется в зависимости от целого ряда факторов, таких как финансовое состояние, готовность пойти на риск и т. п. Следовательно, следует составить конкретные схемы категоризации рисков. Однако, для приведения некоторых руководящих указаний по данному вопросу, ниже приведена упрощенная схема категоризации рисков.

Проекты по уровням риска подразделяют на три класса:

- проекты с высоким уровнем риска;
- проекты со средним уровнем риска;
- проекты с низким уровнем риска.

Подробные характеристики трех уровней проектных рисков изложены в таблице 1. Как правило, наблюдается плавный переход от одного уровня риска к другому. Следовательно, требуется до некоторой степени субъективная оценка. Однако обоснование выбранного для проекта уровня риска должно быть включено в PAP, выпускаемую на стадии разработки технико-экономического предложения или разработки концепции.

Таблица 1 — Категоризация проектных рисков

Технология	Диапазон условий эксплуатации	Масштаб и сложность технической системы	Масштаб организации и сложность	Уровень риска[a)]	Описание
Отработанная технология	Типичные условия эксплуатации	Малый масштаб, низкая сложность, минимальные изменения в конфигурации системы	Малая и стабильная организация, низкая сложность	Низкий	Низкобюджетный проект с низким уровнем риска, с использованием проверенного в эксплуатации оборудования, в той же самой конфигурации и с тем же персоналом, в условиях эксплуатации, сходных с предыдущими проектами
Отработанная технология	Типичные условия эксплуатации	Средний масштаб и сложность	Малая или средняя организация, умеренная сложность	Низкий или средний	Проект с уровнем риска от низкого до умеренного, с использованием проверенного в эксплуатации оборудования, в диапазоне условий эксплуатации, аналогичном предыдущим проектам, но с некоторой сложностью системы и организационной сложностью
Новая или неотработанная технология для новых или расширенных условий эксплуатации	Новые, расширенные или агрессивные условия эксплуатации	Крупный масштаб, высокая сложность	Крупная организация, высокая сложность	Средний или высокий[b)]	Проект с уровнем риска от умеренного до высокого, с использованием нового или неотработанного оборудования, или в новых или расширенных условиях эксплуатации. Проект включает крупные, сложные системы и организационные структуры управления

[a)] Термин «низкий или средний» указывает, что проекты, имеющие указанные признаки, могут быть отнесены как к проектам с низким, так и к проектам со средним уровнем риска, аналогично для термина «средний или высокий».

[b)] Новая или неотработанная технология, способная серьезно повлиять на исход проекта, должна классифицироваться как технология с высоким уровнем риска.

Категоризация проектных рисков (высокий, средний и низкий уровень риска) приведена в таблице 2, для указания того, какие процессы необходимо применять к различным категориям проектов.

Таблица 2 — Обзор процессов обеспечения эффективности производства в соответствии с уровнем риска и стадией жизненного цикла

Процессы обеспечения эффективности производства при освоении месторождения				Стадия жизненного цикла						
				до заключения контракта		после заключения контракта				
Проекты с низким уровнем риска	Проекты со средним уровнем риска	Проекты с высоким уровнем риска	Наименование и номер процесса[a]	Разработка технико-экономического предложения	Разработка концепции[b]	Проектирование[c]	МТО	Изготовление / сборка / испытания	Монтаж и ввод в эксплуатацию	Эксплуатация
–	x	x	1. Требования к обеспечению эффективности производства	x	x	x	x	–	–	–
x	x	x	2. Планирование обеспечения эффективности производства	x	x	x	x	x	x	x
–	x	x	3. Проектирование и изготовление для обеспечения эффективности производства	–	x	x	–	x	x	x
x	x	x	4. Обеспечение эффективности производства	x	x	x	x	x	x	x
–	x	x	5. Анализ риска и надежности	x	x	x	–	–	–	–
x	x	x	6. Верификация и валидация	x	x	x	–	–	–	–
x	x	x	7. Менеджмент рисков проекта	x	x	x	x	x	x	x
–	–	x	8. Квалификационные испытания	–	x	x	x	x	–	–
x	x	x	9. Мониторинг и анализ эксплуатационных данных	–	–	–	–	–	x	x
–	–	x	10. Управление цепочкой поставки	–	–	–	x	–	–	–
x	x	x	11. Управление изменениями	–	x	x	x	x	x	x
x	x	x	12. Организационное обучение	x	x	x	x	x	x	x

[a] Процессы обеспечения эффективности производства 1—6 и 9 являются основными в рамках настоящего стандарта.

[b] Включая подготовку предпроектной документации (FEED — front end engineering design).

[c] Включая разработку проектной и рабочей документации.

Примечание — Знак «x» обозначает «применимо», знак «–» — неприменимо. Следует отметить, что процесс может быть применен к определенному уровню риска или стадии жизненного цикла, даже если в соответствующей графе данной таблицы отсутствует знак «x». Аналогично, если внедрение процесса не гарантирует повышение эффективности проекта, данный процесс можно не рассматривать.

4.3.3 Мероприятия в рамках программы обеспечения эффективности производства

Мероприятия по обеспечению эффективности производства необходимо осуществлять на всех стадиях жизненного цикла производственных объектов для обеспечения входными данными технических решений, вырабатываемых на стадиях разработки технико-экономического предложения, разработки концепции, проектирования, изготовления, сборки, монтажа, эксплуатации, технического обслуживания и модификации. Процессы и мероприятия необходимо внедрять только в случае предполагаемого повышения эффективности проекта.

Мероприятия по обеспечению эффективности производства, обусловленные PAP, должны быть определены, исходя из фактической потребности, имеющихся кадровых ресурсов, рамок бюджета, средств взаимодействия, ключевых этапов работ и доступа к данным и общей информации. Это необходимо для достижения устойчивого баланса затрат на проведение мероприятий и их экономического эффекта.

Концепция обеспечения эффективности производства должна учитывать организационный и человеческий факторы, а также технические аспекты.

Основными задачами обеспечения эффективности производства являются контроль общего уровня эффективности, управление надежностью* и непрерывное выявление необходимости проведения мероприятий по обеспечению эффективности производства. Дальнейшая цель обеспечения эффективности производства — выдача технических, эксплуатационных и организационных рекомендаций.

Процессы и мероприятия, заложенные в PAP, должны быть сосредоточены на основных вопросах в области технических рисков, первоначально выявленных посредством процесса проверки «сверху вниз» (см. 4.3.2). Мероприятия по классификации рисков могут способствовать выявлению проблемных систем, которые необходимо подвергать более детальному анализу и последующему контролю.

Акцент внимания при осуществлении мероприятий по обеспечению эффективности производства смещается на разных стадиях жизненного цикла. Начальные мероприятия следует сосредоточить на оптимизации общей конфигурации, в то время как внимание к проблемным деталям возрастает на более поздних стадиях.

На стадиях разработки технико-экономического предложения и разработки концепции следует определить схему обустройства месторождения. Сюда также входит определение степени резервирования (устойчивости к неисправности), избыточной производственной мощности (запаса производительности) и гибкости на уровне системы. Необходимо определить CAPEX, OPEX, LOSTREV, стоимость ожидаемых рисков или страховых выплат по ним, а также выручки от реализации каждого альтернативного решения.

Эти финансовые показатели вновь направляют оператору проекта для определения рентабельности и выбора альтернативного решения, которое является наиболее соответствующим требованиям к показателям риска. Для достижения оптимального уровня производственной готовности необходимо избегать излишних CAPEX, а также следует устанавливать длительные партнерские отношения между поставщиками и операторами проекта и между поставщиками и субпоставщиками. Длительное партнерство обеспечивает взаимное доверие и совершенствование методов. Рекомендуется максимально раннее непосредственное вовлечение вышеупомянутых сторон в целях увеличения общего дохода за жизненный цикл проекта. Это означает, например, реализацию полученных рекомендаций в виде технических условий уже на этапе приглашения к участию в тендере.

Обзор процессов обеспечения эффективности производства приведен в таблице 2 и разделе 5, описания рекомендуемых мероприятий в рамках данных процессов приведены в приложениях B и C.

Процессы обеспечения эффективности производства, определяемые в настоящем стандарте, делят на две основные группы: основные процессы и сопутствующие процессы. Основная цель деления на группы заключается в установлении процессов, за которые, как правило, отвечает такая потенциальная мера регулирования, как обеспечение эффективности производства, и процессов, за которые отвечают другие меры регулирования (например, управление проектами, QA и т. п.). Однако для обеспечения успеха все процессы могут иметь одинаковую значимость.

В таблице 2 указаны рекомендации (отмечено знаком «x») по применению соответствующих процессов в зависимости от категоризации проектных рисков (см. 4.3.2). В таблице также представлены рекомендации (отмечено знаком «x») относительно того, когда следует применять эти процессы (на какой стадии жизненного цикла).

---

* Определение термина «управление надежностью» по ГОСТ Р 27.001—2009 приведено в ДА.4 (приложение ДА).

Требования к обеспечению эффективности производства (процесс 1) могут быть использованы для иллюстрации интерпретации таблицы. Указанный процесс, описанный далее в приложении В, следует применять для проектов со средним и высоким уровнем риска, и выполнять на стадиях разработки технико-экономического предложения, разработки концепции, проектирования и МТО.

4.4 Альтернативные стандарты

Существует целый ряд национальных стандартов зарубежных стран и международных стандартов и руководств, которые содержат требования и указания по поддержке и внедрению мероприятий по обеспечению эффективности производства и надежности в проектах.

В таблице 3 показано, каким образом описанные в настоящем стандарте процессы обеспечения эффективности производства и надежности связаны с некоторыми из этих стандартов. Можно считать, что рабочие процессы, выполняемые в соответствии с требованиями приведенных стандартов, также удовлетворяют требованиям к соответствующим процессам, описанным в настоящем стандарте.

Таблица 3 — Альтернативные стандарты

Обозначение стандарта	1. Требования к обеспечению эффективности производства	2. Планирование обеспечения эффективности производства	3. Проектирование и изготовление для обеспечения эффективности производства	4. Обеспечение эффективности производства	5. Анализ риска и надежности	6. Верификация и валидация	7. Менеджмент рисков проекта	8. Квалификационные испытания	9. Мониторинг и анализ эксплуатационных данных	10. Управление цепочкой поставки	11. Управление изменениями	12. Организационное обучение
МЭК 60300-1 [3]	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
МЭК 60300-2 [4]	–	x	–	x	–	x	–	–	–	–	–	–
МЭК 60300-3-2 [5]	–	–	–	–	–	–	–	–	x	–	–	–
МЭК 60300-3-4 [7]	x	–	–	–	–	x	–	–	–	–	–	–
МЭК 60300-3-9 [30]	–	–	–	–	x	–	x	–	–	–	–	–
МЭК 60300-3-14 [9]	–	–	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–
DNV-RP-A203 [22]	–	–	–	–	–	–	–	x	–	–	–	–
API RP 17N [32]	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Примечание — Знак «x» обозначает «применимо», знак «–» — неприменимо.												

Ссылки на альтернативные стандарты, приведенные в таблице 3, не являются нормативными.

Перечень стандартов, указанных в таблице 3, не является полным. Специальным требованиям настоящего стандарта могут отвечать так же другие стандарты. Если на альтернативные стандарты ссылаются как на соответствующие специальным требованиям настоящего стандарта, то на ответственности пользователя лежит демонстрация такого соответствия.

5 Процессы и мероприятия по обеспечению эффективности производства

Процессы обеспечения эффективности производства, определяемые в настоящем стандарте, делят на две основные группы: основные процессы и сопутствующие процессы. Основная цель деления на группы заключается в установлении процессов, за которые, как правило, отвечает такая потенци-

альная мера регулирования, как обеспечение эффективности производства, и процессов, за которые отвечают другие меры регулирования (например, управление проектами, QA и т. п.).

В приложении В приведены рекомендации по основным процессам и мероприятиям, которые могут выполняться как часть РАР на различных стадиях жизненного цикла типового проекта освоения месторождения.

Проекты, отличные от проектов освоения месторождений, например, связанные с созданием буровых установок, транспортных сетей, существенными модификациями и т.п., имеют стадии, которые могут совпадать с описанными ниже. Однако выполняемые мероприятия могут отличаться от описанных.

Следовательно, РАР может быть адаптирована для каждой вовлеченной стороны, призванной обеспечить ее соответствие бизнес-задачам.

Наряду с основными процессами и мероприятиями по обеспечению эффективности производства, приведенными в приложении В, целый ряд сопутствующих процессов описан в приложении С. Эти процессы, как правило, находятся вне области применения концепции обеспечения эффективности производства, однако необходим взаимообмен информацией между всеми указанными процессами для гарантированного выполнения требований эффективности и надежности производства.

На рисунке 3 показано, какие процессы обеспечения эффективности производства определены как основные, а какие — как сопутствующие. Дополнительная информация относительно целевых функций, входных данных, выходных данных и мероприятий по каждому процессу приведена в приложениях В и С.

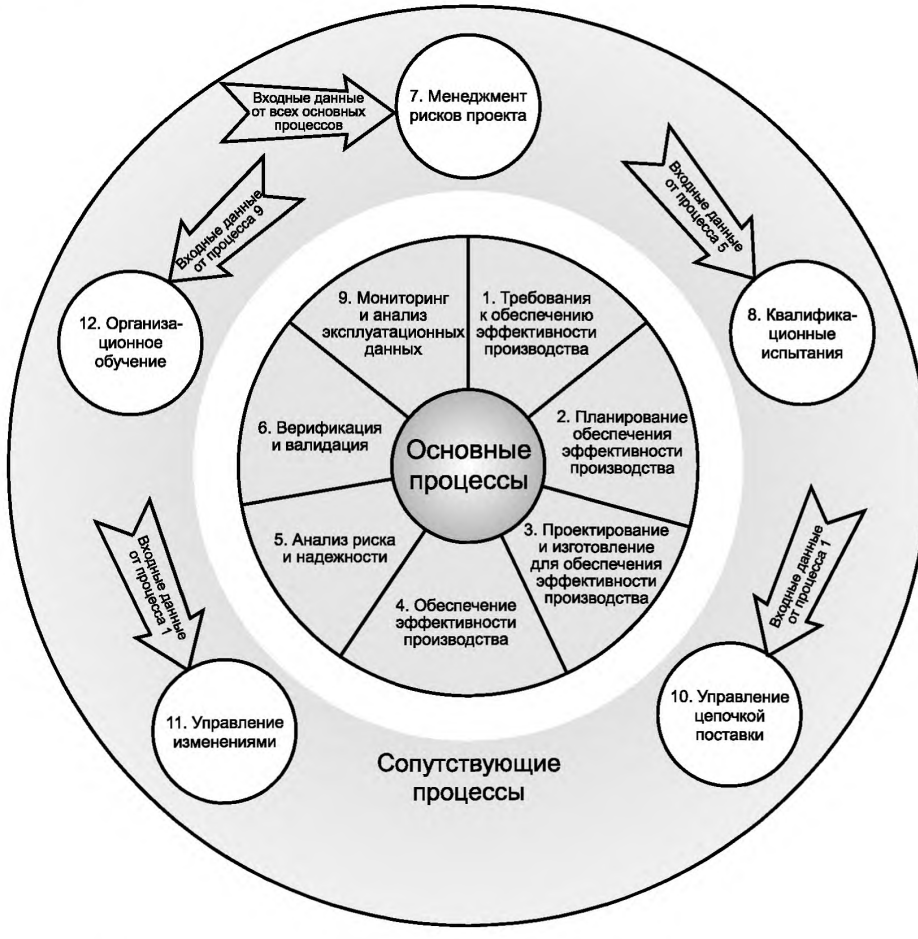


Рисунок 3 — Основные и сопутствующие процессы обеспечения эффективности производства

Приложение А
(справочное)

Содержание программы обеспечения эффективности производства

А.1 Общие положения

Настоящий стандарт вводит концепцию обеспечения эффективности производства (см. раздел 1) и распространяется на процессы и мероприятия, которые сведены в PAP (см. 4.3.1). В настоящем приложении приведен пример структуры и содержания PAP. PAP (см. 4.3) должна охватывать вопросы, изложенные в А.2—А.8.

А.2 Наименование

Программа обеспечения эффективности производства для..... [наименование проекта].

А.3 Круг вопросов

Может быть дано общее описание PAP, включающее:

a) цель и область применения;

b) границы системы и статус жизненного цикла;

c) контроль обновлений, показывающий существенные изменения, внесенные со времени последнего обновления;

d) список рассылки, который, в зависимости от содержания, определяет заинтересованные стороны, получающие PAP в полном объеме или ее отдельные части.

А.4 Основные принципы концепции обеспечения эффективности производства и критерии эффективности

Может быть дано описание основных принципов и критериев эффективности, включающее:

a) описание критериев общей оптимизации (см. 4.2);

b) определение критериев и требований эффективности (см. приложение F) со ссылками на целевые показатели, критерии и требования в контрактных документах и других документах, содержащих дополнительную спецификацию целевых показателей, критериев и требований, например, категории потерь и границы эксплуатационной ответственности, для определения включенных и исключенных целевых показателей;

c) определение показателей эффективности производства.

А.5 Категоризация проектных рисков

Описание категоризации проектных рисков (см. 4.3.2) должно быть включено в PAP для обоснования выбора мероприятий, входящих в PAP.

А.6 Схема организации и распределения обязанностей

В PAP должно быть дано четкое описание схемы организации обеспечения эффективности производства с соответствующим распределением полномочий и обязанностей. Может быть дано описание, включающее:

a) описание схемы организации и распределения обязанностей, ориентированных на эффективность производства, внутренние и внешние контакты, на обязанности, возложенные на руководителей и основной персонал, на функции, дисциплины, подпроекты, на подрядчиков и поставщиков;

b) описание системы управления деятельностью, которая определяет, каким образом мероприятия, рекомендации и фактические действия по обеспечению эффективности производства взаимодействуют, оцениваются и внедряются;

c) описание функций верификации и валидации с указанием запланированной деятельности по верификации третьей стороны, связанной с обеспечением эффективности производства/надежности (при необходимости).

А.7 График работы

Может быть дано описание графика работ, включающее следующее:

- обзор мероприятий по обеспечению эффективности производства по стадиям жизненного цикла, который может содержать таблицу, аналогичную таблице 2, для отображения ранее проведенных и планируемых мероприятий по обеспечению эффективности производства;

- перечень планов или ссылки на другие документы, содержащие планы мероприятий по обеспечению эффективности производства/надежности, показывающие основные этапы осуществления проекта и взаимосвязанные мероприятия;

- установление четкой взаимосвязи между различными мероприятиями по обеспечению эффективности производства, например, связь вход/выход, временная привязка и т. д.

А.8 Ссылки

Приводятся ссылки на основную проектную документацию и соответствующие стандарты, в том числе стандарты организаций.

Приложение В
(справочное)

Основные процессы и мероприятия по обеспечению эффективности производства

В.1 Требования к обеспечению эффективности производства — процесс 1

Данный административный по своей природе процесс поддерживает процесс оптимизации с учетом экономических показателей (экономическая оптимизация) (см. 4.2) и предназначен для формулирования требований к обеспечению эффективности производства. Главная деятельность в рамках рассматриваемого процесса заключается в информационном взаимодействии соответствующих сторон. Процесс обеспечения эффективности производства 1 описан в таблице В.1.

Таблица В.1 — Требования к обеспечению эффективности производства — процесс 1

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла			
	Разработка технико-экономического предложения	Разработка концепции	Проектирование	МТО
Цель	Установить ориентировочные требования к обеспечению эффективности производства для различных вариантов освоения месторождения	Установить требования к обеспечению эффективности производства для выбранных вариантов освоения месторождения	Распространение требований к обеспечению эффективности производства со стадии разработки концепции на подсистемы, при необходимости	Довести до сведения изготовителя на каждом уровне цепочки поставки требования к уровню надежности и необходимости соответствия определенным стандартам в области надежности
Входные данные	Альтернативные планы освоения месторождения	Выбранный план освоения месторождения, с заданной производственной готовностью, сформулированной как системное требование при приглашении к участию в тендере. Альтернативные схемы обустройства месторождения. Анализ производственной готовности	Выходные данные со стадии разработки концепции	Выходные данные со стадии проектирования

Окончание таблицы В.1

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла			
	Разработка технико-экономического предложения	Разработка концепции	Проектирование	МТО
Мероприятия по обеспечению эффективности производства	Выявить дополнительные ограничения. Провести оценку производственной готовности для различных вариантов освоения месторождения, указанных в качестве входных данных на уровне системы. Планирование, отчетность и контроль выполнения требований	Провести оценку производственной готовности для различных вариантов освоения месторождения. Эти оценочные показатели объединяются по объемам поставок каждого из основных поставщиков, как определено в проекте освоения месторождения. Планирование, отчетность и контроль выполнения требований	Определить и распространить требования к обеспечению эффективности производства на подсистемы, при необходимости. Это определение основано на анализе производственной готовности. Планирование, отчетность и контроль выполнения требований	Обеспечить, чтобы требования к обеспечению надежности были включены в тендерную документацию путем взаимодействия с организацией МТО. Планирование, отчетность и контроль выполнения требований
Выходные данные	Оценка производственной готовности для различных вариантов освоения месторождения, указанных в качестве входных данных. Расчетная производственная готовность по каждому варианту, сформулированная как системное требование для выбранного варианта. Другие соответствующие качественные или количественные требования к обеспечению эффективности производства	Оценка производственной готовности для различных вариантов освоения месторождения, указанных в качестве входных данных, распределенных в соответствии с объемом поставок каждого основного поставщика. Другие соответствующие качественные или количественные требования к обеспечению эффективности производства	Требование к производственной готовности подсистемы для выбранного варианта, при необходимости. Сюда входят данные о надежности применяемой подсистемы. Другие соответствующие качественные или количественные требования к обеспечению эффективности производства	Требования к обеспечению надежности подсистемы, включая стандарты, требованиям которых необходимо соответствовать. Другие соответствующие качественные или количественные требования к обеспечению эффективности производства

Следует избегать излишних ограничений в виде необоснованных требований эффективности, чтобы в процессе оптимизации не были отклонены альтернативные решения, соответствующие остальным требованиям.

Оптимальный уровень производственной готовности в нефтяном и газовом бизнесе требует стандартизированный, интегрированный (комплексный) подход к методам обеспечения надежности, в целях реализации проектов освоения месторождений.

Данная проблема является проблемой экономической оптимизации с определенными базовыми условиями и ограничениями. Проблема оптимизации включает как вопросы, непосредственно относящиеся к обеспечению эффективности производства, так и сопряженные процессы.

В процессе оптимизации ограничения, обусловленные другими мерами регулирования, как показано на рисунке 2, необходимо рассматривать совместно с соответствующими показателями эффективности (см. приложение G).

На этапах разработки технико-экономического предложения и разработки концепции должна быть определена схема обустройства месторождения. Сюда также входит определение степени резервирования (устойчивости к неисправности), избыточной производственной мощности (запаса производительности) и гибкости на уровне

системы. Необходимо определить CAPEX, OPEX, LOSTREV, стоимость ожидаемых рисков или страховых выплат по ним, а также выручки от реализации каждого альтернативного решения. Эти финансовые показатели вновь направляют оператору проекта для определения рентабельности и выбора альтернативного решения, которое является наиболее соответствующим требованиям к показателям риска. Для достижения оптимального уровня производственной готовности необходимо избегать излишних CAPEX, а также следует устанавливать длительные партнерские отношения между поставщиками и операторами проекта и между поставщиками и субпоставщиками. Длительное партнерство обеспечивает взаимное доверие и совершенствование методов. Рекомендуется максимально раннее непосредственное вовлечение вышеупомянутых сторон в целях увеличения общего дохода за жизненный цикл проекта. Это означает, например, реализацию полученных рекомендаций в виде технических условий уже на этапе приглашения к участию в тендере.

Спецификация критериев и требований эффективности приведена в приложении F.

B.2 Планирование обеспечения эффективности производства — процесс 2

Данный процесс актуален для всех стадий жизненного цикла и относится к планированию и управлению процессами обеспечения эффективности производства. Основным инструментом управления обеспечением эффективности производства должна быть PAP.

Может быть предусмотрена общая PAP для всего проекта освоения месторождения с целью координации или замены аналогичных PAP, разработанных на более низких уровнях отдельных проектов.

Дополнительные требования к PAP приведены в 4.3 и в приложении A. Процесс 2 по планированию обеспечения эффективности производства описан в таблице B.2.

Таблица B.2 — Планирование обеспечения эффективности производства — процесс 2

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла: все стадии
Цель	Установить и осуществлять техническую поддержку PAP (см. 4.3) для выполнения требований к обеспечению эффективности производства
Входные данные	Планы проекта. Данные необходимы для планирования мероприятий по обеспечению эффективности производства до принятия решений и после того, как будет получена требуемая информация. Категоризация проектных рисков. Выходные данные от процесса 1 — требования к обеспечению эффективности производства (см. B.1)
Мероприятия по обеспечению эффективности производства	PAP должна быть установлена и обновлена для проектов освоения месторождений. Необходимое содержание PAP — критерии эффективности производства, схема организации и распределения обязанностей, а также графики работ (см. приложение A). PAP определяет мероприятия, необходимые для обеспечения соответствия установленных ограничений (см. рисунок 3) и требований к обеспечению эффективности производства (см. B.1). То есть, эта деятельность требует составления графика проведения представленных в таблице мероприятий по обеспечению эффективности производства в соответствии с уровнями риска и стадиями проекта. Мероприятия по обеспечению эффективности производства должны выполняться своевременно для осуществления поддержки технических решений до их реализации. Содержание PAP (то есть объем планируемых работ) должно основываться на категоризации проектных рисков, как описано в 4.3.2. Это означает, что проект разработки основных средств с высоким или средним уровнем риска, как правило, включает проведение большего количества мероприятий по обеспечению эффективности производства, чем проект с низким уровнем риска
Выходные данные	Исходная PAP. Обновленная PAP для последующих стадий жизненного цикла, включая: - статус и ссылку на документацию по мероприятиям, входящим в график работ PAP; - документацию по выполнению требований к обеспечению эффективности производства (как вариант, ссылки на фактические данные); - ссылка на реестр рисков [см. C.2 (приложение C)]; все мероприятия по снижению рисков, обусловленные PAP, должны быть занесены в реестр рисков для отслеживания и исключения рисков
Примечание — После завершения проекта может быть целесообразным выпуск заключительного отчета о проведенных мероприятиях по обеспечению эффективности производства.	

B.3 Проектирование и изготовление для обеспечения эффективности производства — процесс 3

Систематическое выявление потенциальных возможностей по повышению надежности и снижению риска необходимо осуществлять на протяжении всех стадий жизненного цикла, за исключением стадий разработки технико-экономического предложения и МТО, на которых этот процесс считают менее актуальным. Выявление возможности повышения проектной производительности должно быть основано на фактических эксплуатационных данных и анализах. Процесс 3 концепции обеспечения эффективности производства описан в таблице B.3.

Таблица B.3 — Проектирование и изготовление для обеспечения эффективности производства — процесс 3

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла: все стадии (кроме разработки технико-экономического предложения и МТО)
Цели	Определить необходимость применения в проекте повышенных показателей надежности или показателя снижения риска системы для создания уверенности в том, что требования эффективности не будут снижены. На основе мониторинга и анализа эксплуатационных данных выявить и предоставить сведения о потенциальных возможностях повышения надежности или снижения риска оборудования или системы изготовителям системы или оборудования
Входные данные	Выходные данные процесса 1 — требования к обеспечению эффективности производства. Выходные данные процесса 9 — эксплуатационные данные. Выходные данные процесса 5 — результаты анализа надежности. Выходные данные процесса 5 — результаты производственной готовности. Выходные данные процесса 5 — результаты идентификации риска
Мероприятия по обеспечению эффективности производства	Особые мероприятия в рамках управления обеспечением эффективности производства и надежностью, относящиеся к настоящему процессу, выполняются в рамках других процессов. Следовательно, единственное дополнительное мероприятие, которое должно выполняться в рамках настоящего процесса, заключается в направлении информации, содержащей требования или технические предложения по потенциальным возможностям повышения надежности или снижения риска соответствующему получателю
Выходные данные	Предложения по повышению надежности или снижению риска

B.4 Обеспечение эффективности производства — процесс 4

Данный процесс применим на всех стадиях жизненного цикла и относится к управлению, мониторингу и документированию процессов обеспечения эффективности производства и демонстрации того, что требования к эффективности производства выполняют. Процесс 4 обеспечения эффективности производства описан в таблице B.4.

Таблица B.4 — Обеспечение эффективности производства — процесс 4

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла: все стадии
Цель	Представление отчета и мониторинг мероприятий по обеспечению эффективности производства для управления и демонстрации процесса обеспечения эффективности производства
Входные данные	Требования к обеспечению эффективности производства (см. B.1). Планирование обеспечения эффективности производства (см. B.2). Выходные данные от мероприятий по обеспечению эффективности производства (см. далее)
Мероприятия по обеспечению эффективности производства	Обеспечение надежности (управление и демонстрация), включающее в себя представление отчета и мониторинг мероприятий по обеспечению эффективности производства, и осуществляемое на всех стадиях жизненного цикла проекта

Окончание таблицы В.4

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла: все стадии
	Мониторинг процесса обеспечения эффективности производства: система мониторинга обеспечения эффективности производства должна применяться для гарантии совершенствования мероприятий, проводимых в рамках РАР и последующих действий, которые заносятся в реестр рисков. Реестр рисков или аналогичный документ следует применять как документ, демонстрирующий выполнение концепции обеспечения эффективности производства
Выходные данные	Документ в рамках концепции обеспечения эффективности производства, демонстрирующий выполнение требований к обеспечению эффективности производства

В.5 Анализ риска и надежности — процесс 5

Данный процесс охватывает фактическое проведение анализа эффективности производства, то есть анализа риска и надежности. Процесс 5 по обеспечению эффективности производства описан в таблице В.5.

Таблица В.5 — Анализ риска и надежности — процесс 5

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла		
	Разработка технико-экономического предложения	Разработка концепции	Проектирование
Цель	Обеспечить поддержку принятия промежуточного решения по выбору плана освоения месторождения, например: - применение надводной или подводной технологий; - требования к производительности, расчетному давлению и насосному оборудованию трубопроводной системы; - вариант разработки технологической установки	Обеспечить поддержку принятия промежуточного решения по выбору схемы обустройства месторождения, например: - количество и тип скважин и манифольдов; - количество насосов на насосной станции; - количество компрессоров на технологической установке	Обеспечить поддержку принятия промежуточного решения при рабочем проектировании
Входные данные	Альтернативные планы освоения месторождений. Выходные данные от процесса 2 — планирование обеспечения эффективности производства (см. В.2)	Выбранный план освоения месторождения с расчетной производственной готовностью, сформулированной в виде системного требования при приглашении к участию в тендере. Альтернативные схемы обустройства месторождения. Выходные данные процесса 4 — обеспечение эффективности производства (см. В.4)	Выбранная схема обустройства месторождения. Альтернативные проектные решения, возникающие в ходе проектирования. Выходные данные процесса 4 — обеспечение эффективности производства (см. В.4)

Продолжение таблицы В.5

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла		
	Разработка технико-экономического предложения	Разработка концепции	Проектирование
Мероприятия по обеспечению эффективности производства	Цель анализа производственной готовности на данной стадии заключается в содействии оптимизации плана освоения месторождения. Должна быть установлена производственная готовность к альтернативным планам освоения месторождения. Параметры, которые служат при этом руководством: - устойчивость к неисправности, то есть резервирование; - соотношение отработанных и новых решений; - гибкость, например, возможность альтернативной маршрутизации, реконфигураций и будущих расширений; - ремонтопригодность, например, минимизация продолжительности неработоспособного состояния по причине технического обслуживания. Цель анализа надежности оборудования состоит в отслеживании проекта поставок для выявления критических деталей в целях их дальнейшего более подробного изучения для поиска возможных модификаций. Может быть выбран метод анализа надежности (см. приложение I)	Цель анализа производственной готовности на данной стадии состоит в содействии оптимизации схемы обустройства месторождения. Должна быть установлена производственная готовность для двух или трех вариантов альтернативных схем обустройства месторождения. Требуется определение этих вариантов методом варьирования следующих параметров: - устойчивость к неисправности, то есть резервирование; - соотношение отработанных и новых решений; - простота, например, снижение количества соединений, являющихся потенциальными причинами отказов; - избыточная производственная мощность (запасная производительность), например частичное или полное выполнение проектного замысла системой при эксплуатации в режиме ограниченной функциональности; - гибкость, например, возможность альтернативной маршрутизации, реконфигураций и будущих расширений; - ремонтопригодность, например, минимизация продолжительности неработоспособного состояния по причине технического обслуживания. Цель анализа надежности оборудования состоит в отслеживании проекта поставок для выявления критических деталей в целях их дальнейшего более подробного изучения для поиска возможных модификаций. Может быть выбран метод анализа надежности (см. приложение I)	Цель анализа производственной готовности на данной стадии главным образом заключается в проверке соответствия требованиям, т. к. большая часть основополагающих решений уже принята. Однако должны быть выданы рекомендации по запасным частям. Цель анализа надежности оборудования состоит в отслеживании проекта поставок для выявления критических деталей в целях их дальнейшего более подробного изучения для поиска возможных модификаций. Может быть выбран метод анализа надежности (см. приложение I)

Окончание таблицы В.5

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла		
	Разработка технико-экономического предложения	Разработка концепции	Проектирование
Выходные данные	Оценочные показатели производственной готовности по вариантам, применяемым в качестве исходных данных. Идентифицированные риски [для внесения в реестр рисков; см. С.2 (приложение С)]	Оценочные показатели производственной готовности по вариантам, применяемым в качестве исходных данных. Идентифицированные риски [для внесения в реестр рисков; см. С.2 (приложение С)]	Оценочные показатели производственной готовности по вариантам, применяемым в качестве исходных данных. Идентифицированные риски [для внесения в реестр рисков; см. С.2 (приложение С)]

Необходимо задать оптимальный уровень технической безопасности и надежности в новых проектах и интегрировать его в процесс проектирования на всех стадиях жизненного цикла проекта. При традиционных методах проектирования аспекты безопасности и надежности, как правило не рассматривают до момента необходимости проведения верификации оборудования или его компонентов. Это препятствует получению оптимального проекта как результата процесса системного проектирования. Следовательно, для поддержки разработки проекта необходимо рассмотреть вопрос обеспечения надежности на ранних стадиях.

Задача заключается в поиске процесса, позволяющего интегрировать принципы обеспечения надежности в процесс проектирования, обеспечивая, таким образом, превентивный подход.

Мероприятия по обеспечению эффективности производства на стадиях разработки технико-экономического предложения и разработки концепции должны быть сконцентрированы на оптимизации общей конфигурации и выявлении критических подсистем, в то время как на стадии проектирования предусматривают детальное рассмотрение критических подсистем.

В.6 Верификация и валидация — процесс 6

Главная цель данного процесса заключается в гарантии того, что применяемое решение соответствует требованиям, заложенным в PAP. Процесс верификации и валидации в рамках концепции обеспечения эффективности производства тесно взаимосвязан с экспертизой проекта и другими техническими верификационными мероприятиями, так как аспекты обеспечения эффективности производства должны входить в объем проводимой экспертизы. Однако, непосредственно процесс экспертизы проекта, как правило, входит в компетенцию технических отделов. Процесс 6 концепции обеспечения эффективности производства описан в таблице В.6.

Таблица В.6 — Верификация и валидация — процесс 6

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла: разработка технико-экономического предложения, разработка концепции, проектирование[a)]
Цель	Обеспечение соответствия достигнутых показателей эффективности производства требованиям, заложенным в PAP
Входные данные	Выходные данные процесса 4 — обеспечение эффективности производства. Выходные данные процесса 7 — менеджмент рисков проекта
Мероприятия по обеспечению эффективности производства	Процесс верификации в рамках концепции обеспечения эффективности производства включает в себя документ-контроль и экспертизу проекта. Цель документ-контроля заключается в подтверждении целесообразности принятых допущений, выбранных методов, входных данных, результатов и рекомендаций. Процесс валидации в рамках концепции обеспечения эффективности производства включает в себя окончательное подтверждение соответствия расчетных/фактических показателей эффективности производства требованиям PAP. Цель валидации заключается в подтверждении того, что все мероприятия в рамках графика работ PAP были выполнены, а все риски, внесенные в реестр рисков обработаны. Соответствие серии стандартов ИСО 9000 рассматривается как альтернативный вариант проведения процесса верификации и валидации
Выходные данные	Обновленные версии PAP, включая ссылки на выполненные мероприятия и действия, указанные в реестре рисков
[a)] Монтаж, ввод в эксплуатацию и эксплуатация описаны в процессе 9 (см. В.7).	

В.7 Мониторинг и анализ эксплуатационных данных — процесс 9

Данный процесс охватывает комплексный процесс 6 (Верификация и валидация) в том плане, что он представляет собой верификацию и валидацию эффективности производства на стадиях монтажа, ввода в эксплуатацию и эксплуатации. Процесс 9 концепции обеспечения эффективности производства описан в таблице В.7.

Таблица В.7 — Мониторинг и анализ эксплуатационных данных — процесс 9

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла	
	Монтаж и ввод в эксплуатацию	Эксплуатация
Цель	Подготовка к сбору и анализу эксплуатационных данных	Сбор и анализ эксплуатационных данных с целью выявления возможности повышения производительности и совершенствования базы данных для планирования мероприятий по управлению обеспечением эффективности производства и надежностью
Входные данные	Описания системы со стадии проектирования	Модели управления запасами. Отчеты об эксплуатации (например, от систем управления техническим обслуживанием)
Мероприятия по обеспечению эффективности производства	До начала стадии эксплуатации должны быть установлены модели управления запасами для оборудования для обеспечения возможности запуска процессов мониторинга (сбора данных) и анализа эксплуатационных данных. Рекомендации по мониторингу и анализу эксплуатационных данных — в ИСО 14224. Кроме того, необходимо предусмотреть сбор эксплуатационных данных, относящихся непосредственно к процессу монтажа, для выявления возможности повышения производительности на стадии монтажа	В процессе эксплуатации эксплуатационные данные необходимо собирать непрерывно или с заданной периодичностью. Анализ собранных данных необходимо проводить регулярно для выявления потенциальных возможностей повышения надежности и снижения риска
Выходные данные	Модели управления запасами. Данные о производительности на стадии монтажа	Данные об эксплуатационной производительности. Входные данные для процессов проектирования и изготовления для обеспечения эффективности производства (см. В.3)

Сбор и анализ эксплуатационных данных — в приложении Е. В приложении G приведены примеры показателей эффективности, которые следует отслеживать и анализировать.

Примечание — Процесс квалификации данных составляет часть процесса 5 — анализа риска и надежности.

Приложение С
(справочное)

Сопутствующие процессы и мероприятия по обеспечению эффективности производства

С.1 Введение

Сопутствующие процессы, описанные в настоящем приложении, не входят непосредственно в концепцию обеспечения эффективности производства. Однако эти процессы необходимы для достижения заданного уровня эффективности производства.

С.2 Менеджмент рисков проекта — процесс 7

Все мероприятия по снижению рисков, обусловленные РАР, должны быть собраны вместе и направлены на регистрацию в реестр рисков для отслеживания и исключения рисков в целях ведения единого реестра для всех видов рисков. Данный документ относится к области концепции обеспечения эффективности производства.

Реестр рисков и РАР являются носителями информации и средствами принятия решений в отношении рисков.

Сопутствующий процесс 7 описан в таблице С.1.

Таблица С.1 — Менеджмент рисков проекта — процесс 7

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла: все стадии
Цель	Цель менеджмента рисков проекта заключается в своевременной идентификации и управлении/снижении отрицательного влияния всех элементов рисков на процесс выполнения и успешного завершения проекта
Входные данные	Поступающие от всех процессов обеспечения эффективности производства вопросы, требующие принятия мер
Мероприятия по обеспечению бесперебойности производства	Отслеживание и закрытие всех вопросов, поступающих от процессов обеспечения эффективности производства
Выходные данные	Реестр рисков

С.3 Квалификационные испытания — процесс 8

Цель квалификационных испытаний в отношении обеспечения эффективности производства заключается в демонстрации приемлемого уровня устойчивости к доминирующим видам отказов критических технологичных изделий* посредством выполнения программы испытаний**.

Сопутствующий процесс 8 описан в таблице С.2.

Таблица С.2 — Квалификационные испытания — процесс 8

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла		
	Разработка концепции	Проектирование	МТО и изготовление/сборка/испытания
Цель	Выявить технологичные изделия, требующие квалификационных испытаний	Посредством выполнения программы квалификационных испытаний продемонстрировать, что критические технологичные изделия обладают приемлемым уровнем устойчивости к доминирующим видам отказов	Посредством выполнения программы квалификационных испытаний продемонстрировать, что критические технологичные изделия обладают приемлемым уровнем устойчивости к доминирующим видам отказов

* Определение термина «критическое изделие» по Р 50.1.031—2001 приведено в ДА.5 (приложение ДА).

** Определение термина «программа испытаний» по ГОСТ 16504—81 приведено в ДА.6 (приложение ДА).

Окончание таблицы С.2

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла		
	Разработка концепции	Проектирование	МТО и изготовление/сборка/ испытания
Входные данные	Объем поставок. Техническое задание на проектирование	Выходные данные анализа безотказности оборудования. Выходные данные анализа производственной готовности. Процессы обеспечения надежности должны выявить соответствующие виды отказов[a] в испытываемых технологичных изделиях; данная информация должна быть доведена посредством реестра рисков до проектной организации, ответственной за установку программы испытаний	Выходные данные после выполнения анализа безотказности оборудования. Выходные данные анализа производственной готовности. Процессы обеспечения надежности должны выявить соответствующие виды отказов[a] в испытываемых технологичных изделиях; данная информация должна быть доведена посредством реестра рисков до проектной организации, ответственной за установку программы испытаний
Мероприятия по обеспечению эффективности производства	Идентифицировать технологичные изделия, требующие квалификационных испытаний путем анализа уровня новизны технологии [см. I.21 (приложение I)]	Установить квалификационные процедуры. Провести испытания. Оформить протоколы квалификационных испытаний	Установить квалификационные процедуры. Провести испытания. Оформить протоколы квалификационных испытаний
Выходные данные	Перечень технологичных изделий, требующих квалификационных испытаний	Проектная организация должна передать результаты испытаний по соответствующим видам отказов в рамках установленной концепции обеспечения эффективности производства	Проектная организация должна передать результаты испытаний по соответствующим видам отказов в рамках установленной концепции обеспечения эффективности производства

[a] При оценке соответствующих видов отказов необходимо также наряду с результатами лабораторных/квалификационных испытаний учитывать опыт эксплуатации, чтобы определить возможные случаи отказа, которые более близко связаны с некоторыми специфическими условиями эксплуатации и/или процедурами и, как правило, не выявляемые в ходе лабораторных испытаний.

Испытания на надежность приведены в I.9 (приложение I).

С.4 Управление цепочкой поставки — процесс 10

Главная цель данного сопутствующего процесса состоит в том, чтобы изготовители на каждом уровне цепочки поставки* знали и понимали специфику требований к обеспечению эффективности производства и предпринимали все надлежащие меры для повышения вероятности выполнения указанных специфических требований.

Сопутствующий процесс 10 описан в таблице С.3.

Таблица С.3 — Управление цепочкой поставки — процесс 10

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла: МТО
Цель	Обеспечить, чтобы изготовители на каждом уровне цепочки поставки понимали требования к обеспечению эффективности производства и принимали надлежащие меры для повышения вероятности выполнения указанных требований

* Определение термина «цепочка поставки» по ГОСТ Р 51901.3—2007 приведено в ДА.7 (приложение ДА).

Окончание таблицы С.3

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла: МТО
Входные данные	Выходные данные процесса 1 — требования к обеспечению эффективности производства. Выходные данные процесса 5 — анализ риска и надежности
Мероприятия по обеспечению эффективности производства	Принятие необходимых мер для распространения требований к обеспечению эффективности производства (например, требований к надежности) на цепочку поставки
Выходные данные	Требования к обеспечению эффективности производства, распространенные на цепочку поставки

С.5 Управление изменениями — процесс 11

Внесение технических изменений регламентирует установленная инженерная практика.

Цель процесса управления изменениями в рамках концепции обеспечения эффективности производства заключается в том, чтобы гарантировать, что никакие изменения не нарушат требований к обеспечению эффективности производства. Как следствие этого требуется оценка риска* применительно к концепции обеспечения эффективности производства.

Воздействие изменений должно получить качественную оценку в рамках менеджмента рисков проекта, чтобы определить масштаб работ, необходимых для анализа этого воздействия. Результатами такой оценки могут быть:

- отсутствие действий — для изменений с минимальной степенью воздействия риска на концепцию обеспечения эффективности производства;
- экспертиза проекта — для изменений со средней степенью воздействия риска на концепцию обеспечения эффективности производства;
- анализ безотказности оборудования и/или производственной готовности — для изменений со значительной степенью воздействия риска на концепцию обеспечения эффективности производства.

Оценка воздействия внесенных изменений на концепцию обеспечения эффективности производства должна быть неотъемлемой частью экспертизы проекта. Следовательно, форма экспертизы проекта должна включать контрольные точки концепции обеспечения эффективности производства (например, воздействие изменений на производственную готовность).

Однако если уровень риска нарушения требований к обеспечению эффективности производства оценивается как высокий, должен быть обновлен/проведен анализ безотказности оборудования и/или производственной готовности.

Сопутствующий процесс 11 описан в таблице С.4.

Таблица С.4 — Управление изменениями — процесс 11

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла: все стадии (кроме разработки технико-экономического предложения)
Цель	Гарантировать, что никакие изменения не нарушат требования к обеспечению эффективности производства
Входные данные	Выходные данные процесса 1 — требования к обеспечению эффективности производства. Выходные данные процесса 3 — проектирование и изготовление для концепции обеспечения эффективности производства. Описание изменения
Мероприятия по обеспечению эффективности производства	Оценить воздействие вносимых изменений на концепцию обеспечения эффективности производства, например, на стадии экспертизы проекта
Выходные данные	Входные данные для реестра рисков или его обновление (см. С.2). Оценка эффективности воздействия вносимых изменений. Проведение анализа безотказности оборудования и/или анализа производственной готовности

* Определение термина «оценка риска» по ГОСТ Р 51897 приведено в ДА.8 (приложение ДА).

С.6 Организационное обучение — процесс 12

Цель сопутствующего процесса «Организационное обучение» в ракурсе концепции обеспечения эффективности производства должна состоять в передаче информации о положительном и отрицательном опыте в отношении надежности и эффективности производства от предыдущих проектов освоения месторождений, для снижения вероятности повторения возникновения событий отказов изделий и отказов в процессах. Данный сопутствующий процесс считается актуальным на всех этапах жизненного цикла проекта.

Сопутствующий процесс 12 описан в таблице С.5.

Таблица С.5 — Организационное обучение — процесс 12

Элемент процесса	Стадия жизненного цикла: все стадии
Цель	Обеспечить, чтобы отказы изделий и отказы в процессах прошлого периода не повторялись
Входные данные	Опыт, полученный из предыдущих проектов. Эксплуатационные данные
Мероприятия по обеспечению эффективности производства	В функции управления обеспечением эффективности производства и надежностью в проектах входит анализ полученного опыта и информации из других соответствующих источников. Кроме того, опыт, полученный в процессе реализации одного проекта, необходимо передавать в будущие проекты
Выходные данные	Обобщение полученного практического опыта (позитивного и негативного). Реестр рисков

Приложение D
(справочное)

Анализ эффективности

D.1 Общие положения

Анализ эффективности должен планироваться, выполняться, применяться и обновляться на основе управленческих и организационных процедур.

Анализ эффективности должен служить основанием для выбора решений и мероприятий, направленных на достижение оптимальных экономических показателей при заданных ограничениях. Это предполагает, что анализ необходимо проводить в тот момент времени, когда доступно достаточное количество фактов, обеспечивающих надежные результаты. Однако результаты должны быть представлены своевременно для использования в качестве входных данных для процесса принятия решений.

Анализ эффективности должен быть последовательным, а данные о допущениях и данные о надежности — прослеживаемыми.

Должны быть выбраны соответствующие методы анализа, расчетные модели, данные и компьютерные программы, приемлемые для вовлеченных сторон. Необходимо иметь в виду, что методы анализа и расчетные модели необходимо постоянно совершенствовать.

Рекомендации, содержащиеся в настоящем приложении, применимы для анализа эффективности готовых установок, но могут также применяться для анализа безотказности и готовности компонентов/систем, претерпевших модификации.

D.2 Планирование

D.2.1 Цели

Перед проведением любого анализа должны быть четко определены его цели. Рекомендуется, чтобы цели анализа были определены в соответствующем разделе PAP. Цели могут быть следующими:

- подтвердить критерии и требования к обеспечению эффективности производства;
- определить критические условия эксплуатации или критические единицы оборудования в отношении обеспечения эффективности производства;
- спрогнозировать производственную готовность, доставляемость, готовность, безотказность и т. п.;
- определить технические и эксплуатационные мероприятия, повышающие эффективность производства;
- сравнить альтернативные решения в отношении различных аспектов обеспечения эффективности производства;
- организовать выбор производственных объектов, систем, оборудования, конфигурации и мощностей на основании оптимизации с учетом экономических показателей;
- обеспечить входные данные для других мероприятий, таких как анализ риска или планирование технического обслуживания и запасных частей.

D.2.2 Данные для анализа эффективности

Для анализа должны быть определены необходимые границы действия анализируемой системы. Анализ полной производственной цепочки может охватывать вопросы, связанные мощностью продуктивного пласта, скважинами, технологическими и инженерными (вспомогательными) системами, хранением продукции, процессами обратного нагнетания в пласт, магистральной транспортировкой продукции и танкерными перевозками.

Должны быть выбраны режимы эксплуатации для включения в анализ. Примерами рассматриваемых режимов эксплуатации являются: режим запуска, нормальный режим эксплуатации, режим эксплуатации с неполной нагрузкой и режим нарушения нормальной эксплуатации. В зависимости от цели при анализе также могут рассматриваться испытания, техническое обслуживание и чрезвычайные ситуации. Для проведения анализа должна быть также определена эксплуатационная фаза или период времени.

Должны быть определены прогнозируемые показатели эффективности производства. При прогнозировании производственной готовности и доставляемости должен быть выбран номинальный уровень, который обеспечивает надежное основание для принятия решений. Следует также принять решение в отношении необходимости учета влияния на эффективность производства проверочных остановов, а также катастрофических событий, как правило, идентифицируемых и оцениваемых в отношении безопасности при анализе риска.

Методология анализа должна быть выбрана в зависимости от целей изучения и прогнозируемых показателей эффективности производства.

D.3 Процедура

D.3.1 Подготовка

На начальном этапе следует провести анализ всей имеющейся технической документации, а также ознакомиться с установившейся практикой. Могут быть предприняты, а в отдельных случаях рекомендуются выезды на объект.

Необходимо провести анализ всей исходной документации, установить взаимосвязь с соответствующими дисциплинами и осуществить выезды на объект, при необходимости.

D.3.2 Исследовательская база данных

Документация исследовательской базы данных состоит из двух основных частей: описание системы и данные о надежности.

Описание системы должно содержать сведения, или ссылки на документацию по всем техническим или эксплуатационным аспектам, которые рассматриваются как влияющие на результаты анализа эффективности и требуются для идентификации объектов анализируемой системы, например, техническое задание, схемы трубопроводов и КИП, схемы технологических процессов, стратегии эксплуатации и технического обслуживания, данные о надежности, данные о ремонтопригодности, информация о критичности оборудования, матрицы причин и следствий, динамика добычи продукции, производительность оборудования, и т. п.

Данные о надежности должны быть задокументированы. Должна быть дана ссылка на источник данных. Может быть приведена ссылка на инженерное или экспертное заключение, но должна быть использована оценка данных на основе наработанного опыта, при условии выполнимости.

Основой для количественного определения входных данных о надежности должна служить общедоступная статистика и данные о надежности системы/компонента, получаемые по результатам изучения аналогичных систем или экспертного/инженерного заключения. Можно использовать POR для прогнозирования продолжительности неработоспособного состояния каждой конкретной установки. При проведении анализа принцип отбора и классификации данных о надежности должен быть определен и согласован с вовлеченными сторонами.

D.3.3 Разработка модели

Разработка модели включает следующие операции:

- функциональную разбивку системы;
- оценку последствий отказа, технического обслуживания и т. п. для различных составных частей;
- оценку событий на предмет включения в модель, в том числе отказов по общей причине;
- оценку воздействия компенсирующих мероприятий, если таковые применяются;
- разработка модели и документирование.

D.3.4 Анализ и оценка

D.3.4.1 Показатели эффективности производства

Необходимо провести оценку эффективности анализируемого объекта. Для этого могут быть использованы различные показатели эффективности производства. Производственная готовность и доставляемость (если применимо) являются наиболее часто используемыми показателями. В зависимости от целей анализа эффективности, стадии и базовых условий проекта могут быть использованы также следующие дополнительные показатели эффективности производства:

- пропорциональная доля времени или количество случаев, когда производство (поставка) равняется или превышает спрос (потребительская готовность);
- пропорциональная доля времени или количество случаев, когда производство (поставка) выше нуля (рабочая готовность);
- пропорциональная доля времени или количество случаев, когда производство (поставка) ниже спроса;
- пропорциональная доля времени или количество случаев, когда производство (поставка) ниже установленного уровня для определенного периода времени;
- количество дней с уменьшением объема производства;
- потребление ресурсов для ремонтов;
- готовность систем/подсистем.

В качестве прогнозируемой величины показателя эффективности производства должна использоваться ожидаемая (средняя) величина. Неопределенность, относящаяся к данной прогнозируемой величине, должна быть рассмотрена и, если возможно, определена количественно (см. D.3.7).

Приложение G содержит руководящие указания относительно элементов для включения в прогнозируемые показатели эффективности и в отчетность об эффективности за прошедший период.

D.3.4.2 Анализ чувствительности

Анализ чувствительности необходимо проводить с целью учета неопределенности в таких важных входных параметрах, как альтернативные допущения, разброс параметров в данных об отказах и ремонтах или конфигурации альтернативных систем.

D.3.4.3 Основные показатели

В дополнение к показателю эффективности должен быть установлен перечень критических элементов (например, оборудование, системы, условия эксплуатации и средства компенсации). Данный перечень содействует идентификации систем/оборудования, которые следует рассматривать в целях совершенствования концепции обеспечения эффективности производства и повышения надежности.

Для анализа надежности могут быть использованы общепринятые методы, такие как АДН и основные показатели надежности, описываемые в соответствующей технической литературе.

При прогнозировании производственной готовности или доставляемости, основные показатели могут быть определены с учетом информации о производственной неготовности по каждому изделию/событию. Для учета влияния эффекта компенсирующих мероприятий, может возникнуть необходимость в составлении перечня критич-

ности, основанного на последовательном проведении анализа чувствительности, при котором последовательно оценивается воздействие каждого события.

D.3.5 Отчетность и рекомендации

Все вышеописанные этапы анализа эффективности и все допущения должны быть указаны в отчете.

Соответствующие показатели эффективности должны быть указаны в отчете для всех альтернативных решений и анализов чувствительности.

В отчете должны быть также указаны рекомендации, выработанные в процессе анализа. Для мониторинга и принятия решений по рекомендациям должна применяться система управления обеспечением эффективности производства. Рекомендации могут касаться вопросов проектирования или дальнейшего анализа/оценки эффективности. В последнем случае является целесообразным взаимодействие с РАР. Кроме того, рекомендации могут быть классифицированы на технические, процедурные, организационные или кадровые. Рекомендации могут быть также классифицированы по их отношению к интенсивности или к последствиям отказов/событий.

D.3.6 Катастрофические события

Некоторые опасные, редко происходящие события могут стать причиной длительного прекращения производства. Эти события относятся к катастрофическим и их следует отличать от более частых событий, которые рассматриваются при анализе производственной готовности и доставляемости. Предполагаемая вероятность наступления катастрофического события обычно оценивается как довольно низкая, что не приведет к значительным производственным потерям. Однако, в случае наступления катастрофического события, фактические потери могут быть значительными и привести к критическому снижению производственной готовности или доставляемости.

Последствия аварий для производства в системах добычи или транспортировки, как правило, рассматриваются в рамках анализа рисков. Результаты анализа рисков можно включить в отчет по анализу эффективности для того, чтобы показать все факторы, оказывающие влияние на производственные потери.

Дополнительные руководящие указания приведены в приложении Н.

D.3.7 Управление факторами неопределенности

Неопределенность, относящаяся к прогнозируемой величине показателя эффективности, должна быть рассмотрена и, если возможно, дана ее количественная оценка. Количественная оценка может быть представлена в форме распределения неопределенности для ожидаемой величины показателя эффективности или степени разброса значений величины в распределении (например, стандартное отклонение, интервал прогнозирования).

Должны быть выявлены и рассмотрены основные факторы, вызывающие изменчивость (следовательно, неопределенность при прогнозировании) показателя эффективности. Должны быть учтены также факторы, увеличивающие неопределенность из-за способа моделирования производительности системы.

Могут быть проведены анализы ценности и чувствительности для описания чувствительности используемых входных данных и принятых допущений.

Приложение Е
(справочное)

Данные о надежности и эксплуатационные данные

Е.1 Сбор данных о надежности

Е.1.1 Общие положения

Систематический сбор и обработка информации об опыте эксплуатации расценивается как инвестиция и как средство совершенствования критического производственного оборудования и оборудования для обеспечения безопасности, а также технологических операций. Цель установки и поддержки функционирования баз данных заключается в обеспечении обратной связи и содействии в решении вопросов относительно:

- конструкции изделия;
- усовершенствования существующей продукции;
- установки и проверки программ технического обслуживания и запасных частей;
- технического обслуживания в зависимости от состояния;
- идентификации способствующих факторов производственной неготовности;
- повышения достоверности предварительной подготовки данных, используемых средствами поддержки принятия решений.

Е.1.2 Определение границ и иерархии оборудования

Необходимо четкое описание границ и применение строгой иерархической системы.

Границы и иерархия оборудования должны быть определены согласно ИСО 14224:2006 (приложение А). Основные категории данных определяют следующим образом:

- установочные данные — описание установки, с которой собраны данные о надежности;
- данные инвентаризации — техническое описание оборудования, а также эксплуатационные условия и условия окружающей среды;
- данные об отказе — информация о событиях отказа, такая как вид отказа, критичность, причина отказа и т. п.;
- данные о техническом обслуживании — информация о корректирующем техническом обслуживании, связанном с событиями отказа, и информация о запланированном или проведенном профилактическом техническом обслуживании.

Е.1.3 Анализ данных

Для того чтобы спрогнозировать наработку до отказа (или продолжительность ремонта) изделия, следует определить вероятностную модель. Тип модели зависит от цели анализа. Целесообразным может быть экспоненциальное распределение продолжительности срока службы. Модель, если предполагается, что она определит тенденцию, должна давать возможность использовать интенсивность отказов с временной зависимостью.

Модель определения наработки до отказа (или продолжительности ремонта) изделия должна быть основана на данных о надежности, собранных с применением стандартных статистических методов.

Е.2 Процесс квалификации и применение данных о надежности

Для установления корректных и релевантных данных о надежности (то есть данных об отказе и связанного с ним данных о ремонте/продолжительности неработоспособного состояния) требуется процесс квалификации данных, который предполагает привлечение особого внимания к первоисточнику данных, интерпретацию любой доступной статистики и метод оценивания для применяемого анализа. Требуется соответствующая координация и управление данными о надежности для обеспечения сбора данных о надежности выбранного оборудования и последующего использования этих данных для проведения различных анализов.

Выбор данных должен быть основан на следующих принципах:

- данные должны быть основаны на аналогичном типе оборудования и, если возможно, на аналогичных моделях оборудования;
- данные должны быть основаны на оборудовании, применяющем аналогичную технологию;
- данные должны быть основаны на периодах стабильной эксплуатации, однако должное внимание должно быть уделено проблемам прошедшего периода эксплуатации или запуска оборудования;
- данные, если возможно, должны быть основаны на оборудовании, работающем в сходных условиях эксплуатации и технического обслуживания;
- основание для используемых данных должно быть достаточно экстенсивным;
- величины ресурсов изделий и количество событий отказа, которые используют для расчета или прогнозирования параметров надежности, должны быть достаточными, во избежание больших погрешностей расчетов, возникающих вследствие «выбросов»*;

---

* Здесь: выбросы — резко отклоняющиеся значения.

- данные о ремонте и продолжительности неработоспособного состояния должны отражать специфические условия площадки;
- граница оборудования, служащего первоисточником данных и элементы анализа должны максимально соответствовать друг другу (в ином случае должны быть сделаны аналитические допущения);
- совокупность данных (например, наработка, период наблюдения) должна быть определена так, чтобы отражать статистическую значимость (неопределенность, связанную с оценками и прогнозированием) и «технологическое окно»;
- должны быть указаны источники данных.

Данные из баз данных событий (по ИСО 14224:2006) обеспечивают соответствующее основание для выполнения выше указанных рекомендаций. В случае недостаточных данных необходимо применять инженерную оценку и анализ чувствительности входных данных.

Е.3 Эксплуатационные данные

Отчетность по эксплуатационным данным на уровне производственного объекта/технологической установки следует составлять таким образом, чтобы гарантировать систематическое выполнение процедур и мероприятий по обеспечению эффективности производства. Тип установки и режим эксплуатации определяют формат и структуру производственной отчетности. В приложении G представлен общий обзор аспектов, которые важно охватить для производственного объекта. Необходимо установить зависимость между эксплуатационными данными производственного объекта и данными о надежности критического оборудования. Оценка действительной производительности должна проводиться оператором установки на периодической основе, чтобы своевременно идентифицировать определенные тенденции и проблемы, требующие мониторинга. Могут быть распознаны основные факторы, ведущие к снижению производительности, а также участки, требующие усовершенствования. В этом контексте методы обеспечения надежности могут использоваться для поддержки принятия решений и уточнения прогнозируемой эффективности. Следует провести сравнения с более ранними прогнозами эффективности, таким образом, накапливая опыт и обеспечивая обратную связь для планируемого и/или другого аналогичного прогнозирования эффективности.

Приложение F
(справочное)

Критерии и требования эффективности

F.1 Общие положения

Спецификация критериев и требований к обеспечению эффективности производства может быть осуществлена применительно к системному проектированию, проектированию и закупкам оборудования, а также к эксплуатации на определенных стадиях жизненного цикла.

В настоящем контексте следует рассматривать также МЭК 60300-3-4 [7].

F.2 Спецификация обеспечения эффективности производства

Цель спецификации обеспечения эффективности производства состоит в том, чтобы гарантировать правильный подход к решению вопросов безопасности и обеспечения эффективности производства и минимизировать экономический риск. Затраты на проектирование, изготовление и верификацию системы с заданным уровнем надежности или обеспечения эффективности производства необходимо определить до установления таких требований к обеспечению эффективности производства.

Могут быть специфицированы количественные или качественные критерии/требования. Требования должны быть реалистичными и соответствовать современному уровню развития производства. Необходимо установить, является спецификация критерием или требованием.

a) Критерии и требования в рамках спецификации обеспечения эффективности производства должны включать, как минимум:

- ограничения и границы;
- применение системы;
- определение неисправности;
- определение периода времени, на протяжении которого применимы требования к обеспечению эффективности производства (например, период от получения первой нефти до окончания проектного срока службы);
- условия и стратегии эксплуатации;
- условия окружающей среды;
- режимы и стратегии технического обслуживания;
- методы, предназначенные для проверки на соответствие требованиям к обеспечению эффективности производства;
- определение соответствующих доверительных уровней при определении количественных требований к обеспечению эффективности производства;
- определение несоответствия требованиям;
- руководство по обращению с несоответствиями.

b) Количественные требования могут быть выражены на основе показателей эффективности производства, таких как:

- производственная готовность;
- готовность системы;
- вероятность безотказной работы изделия в момент времени *t*;
- наработка до отказа;
- продолжительность ремонта;
- время обеспечения запасными частями.

c) Качественные требования могут быть выражены при помощи одного из средств:

- критериев проектирования изделия;
- конфигурации системы;
- внутренне присущей безопасности (приемлемое последствие отказа);
- необходимых мероприятий по обеспечению эффективности производства.

F.3 Верификация выполнения требований

Должен быть установлен метод верификации выполнения требований. Верификация может быть выполнена путем:

- эксплуатационного или лабораторного испытания;
- документально оформленного соответствующего опыта эксплуатации, анализа;
- последующей оценки эффективности в эксплуатационных условиях.

Данные для расчетов должны быть взяты из официальных источников данных, таких как результаты, полученные из опыта эксплуатации аналогичного оборудования, или результаты лабораторных испытаний. Данные о надежности должны быть согласованы между поставщиком и заказчиком.

Приложение G
(справочное)

Показатели эффективности, основанные на производственной готовности

G.1 Общие положения

Показатели эффективности, основанные на производственной готовности, используют в анализах для прогнозирования или планирования, а также для составления отчетности об эффективности прошедшего периода на этапе эксплуатации. Показатели эффективности учитывают влияние продолжительности неработоспособного состояния, вызванного рядом различных событий. Необходимо точно установить различные типы событий, а также должны ли они быть включены или исключены при расчете показателя эффективности. Настоящее приложение содержит руководящие указания по данному вопросу в целях выработки единого формата для прогнозирования производительности и составления отчетности промысловыми операторами.

Существуют различные подробные системы организации отчетности по добыче, но выбранная система должна обеспечивать сопоставимый/взаимообменный характер промысловой отчетности, как определено ниже.

Для типового оборудования для добычи углеводородов, следующие показатели могут представлять интерес для прогнозирования, а также для отчетности за прошедшие периоды:

- производственная (не)готовность нефти к хранению или транспортировке с замером на выходе из технологического оборудования;
- (не)готовность (по времени) или производственная (не)готовность (по объему) к нагнетанию воды. Кроме того, можно оценить производственную (не)готовность системы добычи, учитывая производственную неготовность к нагнетанию воды;
- производственная (не)готовность (по времени) или производственная (не)готовность (по объему) к нагнетанию газа. Кроме того, можно оценить производственную (не)готовность системы добычи, учитывая производственную неготовность к нагнетанию газа;
- производственная (не)готовность (по времени) или производственная (не)готовность (по объему) инженерных (вспомогательных) систем. Кроме того, можно оценить производственную (не)готовность системы добычи, учитывая производственную неготовность инженерных (вспомогательных) систем;
- производственная (не)готовность газа к транспортировке с замером на выходе из технологического оборудования;
- производственная (не)готовность газа к транспортировке, обусловленная требованиями контракта (например, изменением объявленного планируемого объема добычи) и оценкой штрафов за невыполнение требований контракта;
- доставляемость экспортного газа с замером в пункте поставки, включая эффект компенсирующих мероприятий;
- производственная (не)готовность подводной установки в условиях изолированного размещения без учета последующих элементов сегмента «даунстрим»;
- (не)готовность технологического оборудования в условиях изолированного размещения;
- (не)готовность системы сбора или транспортировки углеводородной/нефтехимической продукции (по объему);
- средний объем газа, сжигаемого на факельной установке, в соответствии с различными процедурами по факельному сжиганию;
- десять основных источников потерь с соответствующими значениями величин потерь.

В зависимости от цели исследования вышеперечисленные результаты могут устанавливаться ежегодно на основании динамики добычи, или только в течение определенного периода добычи, например периода пиковой добычи, первого года, периода максимальной обводненности продукции и т. п.

Неопределенность, относящаяся к прогнозируемой величине показателей эффективности, должна быть рассмотрена и, если возможно, дана ее количественная оценка. Более детальную информацию см. в D.3.7 (приложение D).

Иллюстрация взаимосвязи между основными терминами понятий в области обеспечения эффективности производства приведена на рисунке G.1.

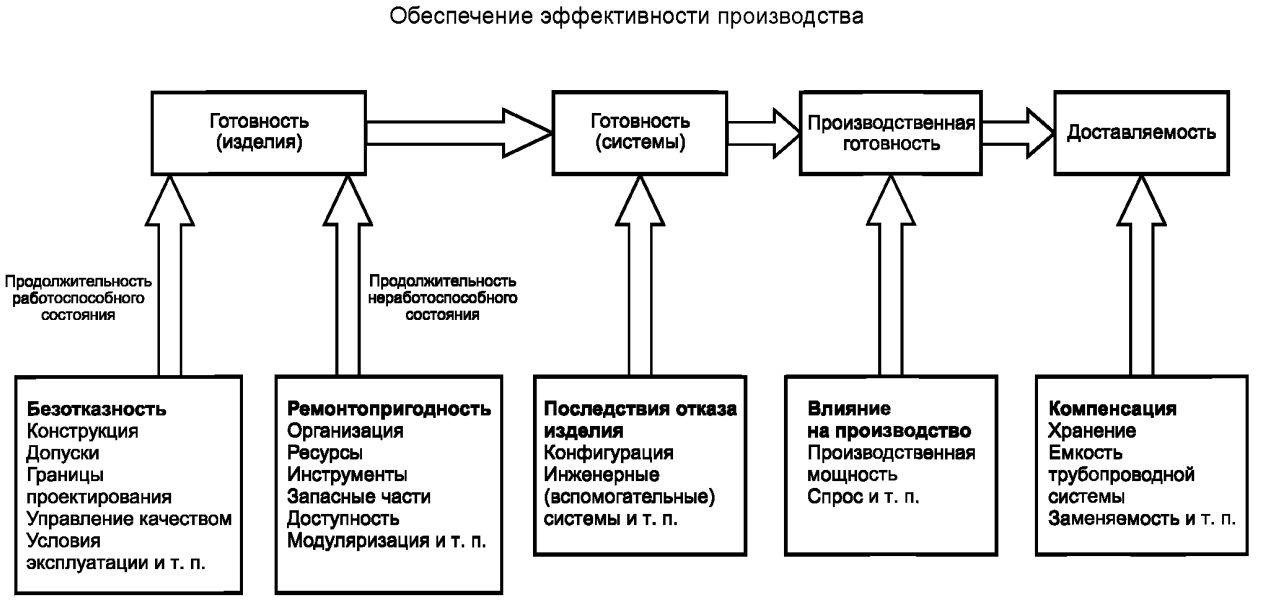


Рисунок G.1 — Схема взаимосвязи основных терминов и понятий в области обеспечения эффективности производства

G.2 Производственная готовность

Производственный коэффициент готовности (и коэффициент доставляемости) (P_A) является показателем эффективности, основанным на объеме, согласно формуле:

$$P_A = \frac{V_P}{V_R}, \tag{G.1}$$

где V_P — фактический объем производства;

V_R — номинальный объем производства.

Могут быть выбраны различные типы показателей эффективности производства в качестве номинального уровня для прогнозирования производственной готовности в отчетной документации. Как правило, номинальный уровень, который используют на стадиях анализа производственной готовности, следует использовать при составлении отчета о производственной готовности прошедшего периода на стадии эксплуатации. Некоторые альтернативные показатели, которые используют в качестве уровня приведения, указаны в перечислениях a) — e).

При представлении результатов анализа производственной готовности рекомендуется наряду с величинами вероятностного распределения указывать и среднюю величину показателя производственной готовности для выявления потенциального диапазона повышения и снижения.

a) Контрактный объем

При наличии контракта на продажу предпочтительным номинальным уровнем является контрактный объем. Контрактный объем может быть обусловлен сезонными изменениями (колебаниями). В этом случае, номинальным уровнем может служить профиль колебания. Контрактный объем может быть также определен как средний на протяжении периода времени, когда покупатель определяет суточные поставки на определенное время вперед. При составлении отчета о производственной готовности или доставляемости за прошедший период, за номинальный уровень объема следует принять фактически заявленный объем (следует определить, являются ли планируемые объемы поставок суточными, еженедельными, ежемесячными или годовыми). При прогнозировании должно быть использовано распределение объемов, отражающее предусмотренные изменения в заявленных объемах, но следует также оценить возможности производственных объектов добычи к поставке максимальных объемов.

b) Проектная производительность

В качестве номинального уровня может быть использована проектная производительность производственного объекта добычи. Она может служить соответствующим номинальным уровнем, если анализу подлежит только часть производственной цепочки, например, технологическое оборудование. Проектная производительность легко достижима на начальной стадии проекта. Проблема заключается в том, что добыча может быть ограничена фак-

торами, находящимися за пределами границ системы (например, потенциалом скважины), что может привести к недостоверным результатам. Поэтому при разработке функций технологического процесса, таких как подготовка нефти, переработка газа, подготовка воды, нагнетание газа, нагнетание воды и т. п., важно понимать, насколько экспорт нефти или газа зависит от меняющихся во времени ограничений производительности.

c) Потенциальная производительность скважины

Потенциальная производительность скважины может служить номинальным уровнем, если она меньше проектной производительности. Это, как правило, происходит во время периода снижения добычи, но может также иметь место в период увеличения добычи. Следует иметь в виду, что пластовое моделирование связано с фактором неопределенности, и это соответствующим образом должно быть учтено при анализе. Потенциальная производительность скважины может быть скорректирована на стадии эксплуатации.

d) Плановый объем добычи в условиях отсутствия простоев (плановых или неплановых)

В условиях отсутствия простоев достигается максимальный объем добычи при ограничениях по проектной производительности и потенциальной производительности скважины. Это является предпочтительным номинальным уровнем при прогнозировании производственной готовности, а также при составлении отчетности за прошедший период. Следует принимать во внимание наличие фактора неопределенности при пластовом моделировании. Продолжительность периода стабильной добычи и темпы добычи в период снижения являются неопределенными.

В отношении совокупного риска, связанного с пластовым моделированием и эффективностью производственного процесса важно отследить, чтобы объемы добычи продукции были учтены при оценке рисков только один раз, когда они используются в качестве номинального уровня для расчета производственной готовности.

e) Плановый объем добычи

Плановый объем добычи в ожидании предполагаемой продолжительности неработоспособного состояния может быть использован в качестве номинального уровня при составлении отчетности за прошедший период о производственной готовности на стадии эксплуатации. Продолжительность неработоспособного состояния ниже средней в пределах какого-либо периода дает показатель для оценки производственной готовности, превышающий 100 %. Недостаток применения данного номинального уровня состоит в том, что затраты, связанные с продолжительностью неработоспособного состояния, скрыты.

В дополнение к показателям эффективности производства, основанным на объеме, могут использоваться также показатели, основанные на времени для вычисления среднего эксплуатационного коэффициента готовности A_O в соответствии с формулой:

$$A_O = \frac{T_u}{T_u + T_d}, \qquad (G.2)$$

где T_u — средняя продолжительность работоспособного состояния (MUT — mean uptime), рассчитанная на основе фактической продолжительности работоспособного состояния, зафиксированной на промысле;

T_d — средняя продолжительность неработоспособного состояния (MDT — mean downtime), рассчитанная на основе фактической продолжительности неработоспособного состояния, зафиксированной на промысле.

Преимущество применения готовности в качестве показателя эффективности производства состоит в том, что продолжительности работоспособного и неработоспособного состояний легче установить по сравнению с номинальным уровнем, основанным на объеме. С другой стороны, недостаток заключается в том, что данный показатель не совсем применим для случаев частичных остановов. В некоторых случаях, показатель может быть модифицирован путем определения продолжительности работоспособного состояния и продолжительности эксплуатации как соотношение скважина—год.

G.3 Другие параметры

Параметр производственной готовности, описанный в G.2, является единственным коэффициентом, представляющим среднюю производительность определенной системы. Однако, это только один из нескольких параметров, которые могут быть использованы. В сегменте «даунстрим», в частности, используется широкий диапазон показателей эффективности производства.

Эти другие параметры могут включать или исключать определенные источники производственных потерь или предоставить информацию о том, как эти потери, предположительно, произойдут. В некоторых случаях, это может иметь равное или большее значение, чем общий коэффициент производственной готовности; например, частота временной приостановки может быть ключевым элементом системы газоснабжения.

Какие бы показатели ни применялись при анализе, необходимо четко показать основу, на которой они рассчитываются.

В таблицах G.1 — G.5 приведены руководящие указания относительно событий, которые должны быть включены в прогнозирование производственной готовности и в отчетность прошедших периодов по производственной готовности для систем добычи (то есть основанные на объеме показатели эффективности производства). Прогно-

зирование, основанное на готовности (по времени) или статистика, могут применяться к той же самой категоризации событий. Категоризация событий для других специфических операций (например, прокладки трубопроводов) и связанных с этим систем/оборудования, как правило, имеет другой формат, который необходимо указать в соответствии с требованиями. Должны быть четко определены границы эксплуатационной ответственности сухопутных промысловых сооружений, врезок, подводных установок, а также технологических процессов, выполняемых третьей стороной, и т. п.

Таблица G.1 — Производственный объект добычи — категории производственных потерь

Тип события			Описание
A	Скважины (забой и подводные/поверхностные операции)		Понятие «скважины» охватывает все от трубодержателя и далее до продуктивного пласта включительно
	A1	Факторы неопределенности продуктивного пласта	Производственные потери, обусловленные факторами неопределенности продуктивного пласта (например, производительность продуктивного пласта ниже предполагаемой). Примечание — Может оказаться положительным, если производительность продуктивного пласта выше предполагаемой; следовательно, потребуется изменить номинальный уровень для оценки эффективности
	A2	Плановые операции по вхождению в продуктивный пласт	Производственные потери, возникающие от плановых операций, проводимых в пласте, например, каротаж, гидроразрыв, дострел, и т. п. Влияние производственной готовности зависит от проектирования и процедур испытаний. Продолжительность неработоспособного состояния и потери, вызванные этими операциями, должны быть включены. Также следует учитывать возможный положительный эффект на производительность, поскольку это может повлиять на номинальный уровень для оценки показателя эффективности. Номинальный уровень в дальнейшем может быть увеличен, но затраты для достижения этого рассматриваются как потери
	A3	Неплановые операции по вхождению в продуктивный пласт	Производственные потери, возникающие от неплановых операций по вхождению в пласт. Как указано выше, продолжительность неработоспособного состояния и потери, вызванные этими операциями, должны быть включены, что, в свою очередь, может потребовать изменения номинального уровня
	A4	Пробная эксплуатация скважины	Производственные потери, возникающие во время пробной эксплуатации скважины с целью проверки потенциальной производительности скважины. Такой вид испытаний скважины имеет различные последствия в плане производственных потерь в зависимости от конфигурации, имеющегося испытательного оборудования (дебитометра, испытательного сепаратора, испытательных линий) и применяемых процедур эксплуатационных испытаний
	A5	Отказ скважинного оборудования	Производственные потери, возникающие до начала работ в скважине
	A6	Неплановые подводные ремонтные работы в скважине	Производственные потери, возникающие вследствие необходимости проведения ремонта, вызванного отказами подводного оборудования (капитальный ремонт скважины), включая потери, связанные с подъемом тяжеловесных грузов. Предполагается готовность к нештатным ситуациям, основанная на безотказности
	A7	Плановые ремонтные работы на забое скважин	Производственные потери, возникшие из-за периодических испытаний оборудования и обследования/каротажа скважин. Сюда входят также плановые повторные освоения скважин, разобщение пластов, обходы боковым стволом, SIMOPS и т. п.

Продолжение таблицы G.1

Тип события			Описание
A	A8	Обеспечение бесперебойного режима подачи потока (непланового)	Производственные потери, обусловленные проблемами обеспечения бесперебойного режима подачи потока (например, присутствие гидратов, отложений, парафина, асфальтенов, и т. п.), без учета вышеперечисленных пунктов
	A9	Последствия модификации	Снижение или прекращение добычи, вызванное модификацией проекта (воздействие модификации), например, обходами боковым стволом, повторным освоением скважины и т. п.
B	Подводные установки		Сюда входят: подводная устьевая елка, выкидные линии или трубопроводы, шлангокабели, манифольды, подводные задвижки и райзеры. Рассматриваются также последующие подводные технологические процессы, а следовательно, все подводное оборудование от трубодержателя до райзера/шлангокабеля, заканчивающиеся на надводной/наземной установке
	B1	Отказ подводного оборудования	Производственные потери, возникающие до начала подводных ремонтных работ. Данная категория должна охватывать B4, поскольку любое событие, связанное с оборудованием, как правило, регистрируется в журнале
	B2	Неплановые подводные ремонтные работы	Производственные потери, возникающие вследствие необходимости проведения ремонта отказавшего подводного оборудования и, возможно, требующего осуществление операций на забое скважины/других операций, необходимых для проведения подводного ремонта. Предполагается готовность к нештатным ситуациям, основанная на безотказности
	B3	Плановые подводные ремонтные работы	Производственные потери, возникающие из-за плановых операций, выполняемых на оборудовании, и включающих профилактическое техническое обслуживание, мероприятия по обеспечению планового бесперебойного режима подачи потока, испытания, приемочный контроль и т. п.
	B4	Обеспечение бесперебойного режима подачи потока (непланового)	Производственные простои и потери, обусловленные проблемами обеспечения бесперебойного режима подачи потока (например, присутствие гидратов, отложений, парафинов, асфальтенов и т. п.)
	B5	Последствия модификации	Снижение или прекращение добычи, вызванное модификацией проекта (воздействие модификации), например, новым присоединяемым оборудованием: донная опорная плита/манифольд
C	Сухопутные промысловые сооружения		Разработка надводных и береговых промысловых сооружений (например, устьевое оборудование, выкидные линии или трубопроводы, шланго-кабели, манифольды, задвижки и т. п.)
	C1	Отказ оборудования	Производственные потери, возникающие до начала технического обслуживания
	C2	Неплановое техническое обслуживание	Производственные потери, возникающие вследствие необходимости проведения ремонта, вызванного отказом, который может включать проведение технического обслуживания, необходимого для выполнения ремонта; предполагается готовность к нештатным ситуациям, основанная на безотказности
	C3	Плановое техническое обслуживание	Производственные потери, возникшие из-за плановых операций, выполняемых на оборудовании, включающих профилактическое техническое обслуживание (очистка внутренней полости трубопровода скребком), испытания, приемочный контроль и т. п.

Продолжение таблицы G.1

Тип события			Описание
C	C4	Обеспечение бесперебойного режима подачи потока (неплановое)	Производственные простои и потери, обусловленные проблемами обеспечения бесперебойного режима подачи потока
	C5	Последствия модификации	Снижение или прекращение добычи, вызванное модификацией проекта (воздействие модификации), например, врезкой трубопровода
D	Технологические и инженерные системы		Охватывает работу технологических и инженерных (вспомогательных) систем, расположенных надводно или на берегу
	D1	Отказ и ремонт оборудования	Производственные потери, обусловленные отказами и корректирующим техническим обслуживанием; непосредственное корректирующее техническое обслуживание может выполняться отдельно. Сюда относится отказ инженерных/дополнительных/вспомогательных систем, связанных с обеспечением электропитанием, химреагентами и т. п.
	D2	Профилактическое техническое обслуживание (плановое)	Снижение добычи, вызванное проведением профилактического технического обслуживания (например мероприятия по устройству защитного ограждения); включает испытания оборудования для обеспечения безопасности, расположенного на верхних строениях, влияющего на добычу
	D3	Технологические/ эксплуатационные проблемы	Нарушения технологических параметров, обусловленные проблемами сепарации, низкими заданными значениями параметров датчиков, испытаниями/диагностикой технологического оборудования. Сюда же относятся потери при добыче, обусловленные ошибками оператора, а также потери вследствие опробования модифицированных проектов и вопросов обеспечения бесперебойного режима подачи потока
	D4	Последствия модификации	Снижение или прекращение добычи, вызванное модификацией проекта (воздействие модификации), например, компрессией скважины, врезкой другого оборудования и т. п.
E	Экспортные сооружения		Сюда входят основные мероприятия танкерных перевозок или магистральной транспортировки продукции
	E1	Отгрузка	Остановы, вызванные (например при максимальном наполнении) отказами отгрузочного оборудования, включая операции по ремонту, или отсутствием танкера ввиду неблагоприятных погодных условий или по техническим причинам
	E2	Ограничения сегмента «даунстрим»	Плановые и/или неплановые остановы, обусловленные технологическим/трубопроводным/приемным оборудованием, используемым в сегменте «даунстрим» за пределами границ эксплуатационной ответственности (вопросы третьей стороны). Сюда следует также отнести технологические процессы, выполняемые в пределах инфраструктуры промысла третьей стороной. В эту категорию потерь также входит капитальный ремонт оборудования сегмента «даунстрим»
	E3	Обеспечение бесперебойного режима подачи потока	Проблемы обеспечения бесперебойного режима подачи потока переработанной продукции по трубопроводу, как плановые (например очистка внутренней полости трубопровода скребком) так и неплановые (например удаление гидратной пробки). Производственные потери, обусловленные обеспечением бесперебойного режима подачи потока, исключенные и неучтенные в вышеперечисленных пунктах

Продолжение таблицы G.1

Тип события			Описание
F	Капитальный ремонт и модификация		—
	F1	Капитальный ремонт	Полный останов вследствие интеграции требований по управлению и требований регламентирующих нормативных документов. Важно возместить потери из-за плановых периодов проведения капитального ремонта, а также из-за проведения неплановых работ в рамках капитального ремонта
	F2	Модификация	Полный останов вследствие модификации (например, врезки или установки/модификации основного модуля). Потери, возникающие вследствие воздействия модификации (последствия модификации) указаны в A9, B5, C5 или D4. Важно возместить потери из-за планового периода модификации, а также из-за проведения неплановых работ в рамках модификации
G	Другое		—
	G1	Плохие погодные условия	Влияние погодных условий на добычу
	G2	Требования, предусматривающие реагирование на аварии или нештатные ситуации	События, связанные с необходимостью принятия мер безопасности или останова в связи с возникновением угрозы безопасности (например риск столкновения судов). Расчеты продолжительности неработоспособного состояния, вызванного событиями катастрофического характера, должны быть отдельно указаны в отчетной документации
	G3	Трудовые конфликты	—
	G4	Политика в области охраны окружающей среды	Снижение добычи в связи с ограничениями на выбросы в окружающую среду (сжигание на факельной установке, удаление пластовых вод и т. п.)
	G5	Охрана	Терроризм, массовые беспорядки и т. п.
	G6	Ограничения со стороны надзорных органов	Ограничения со стороны государственных контролирующих органов, государственных квот, Организации стран-экспортеров нефти (ОПЕК) и т. п.
	G7	Отклонение качества продукции	Несоответствие продукции требованиям технических условий (ниже и выше требований, установленных в технических условиях на продукцию)
H	Подготовительный период		—
	H1	Отставание от графика проекта	Производственные потери вследствие смещения фактической даты получения первой нефти относительно запланированной даты из-за отставания проекта. Потери из-за отставания скважин и объектов следует отражать в H2 и H3
	H2	Отставание от графика бурения скважин	Производственные потери вследствие смещения выполнения программы бурения, в результате чего фактический потенциал скважины оказывается ниже планируемого из-за переноса сроков. Это может быть компенсировано, если производительность скважин окажется выше предполагаемой. Применяется только на этапах увеличения добычи и стабильной добычи; может потребоваться изменение номинального уровня для оценки эффективности

Окончание таблицы G.1

Тип события			Описание
Н	Н3	Отставание от графика ввода в эксплуатацию производственных объектов	Производственные потери, обусловленные оборудованием, неподготовленным к эксплуатации к плановым датам начала работ, или из-за увеличения сроков сдачи в эксплуатацию и вывода на проектную мощность. Применяется только на этапе увеличения добычи

Таблица G.2 — Буровые установки в сегменте «апстрим» — категории потерь

Тип события			Описание
А	Буровая установка		Отчетность по потерям времени при эксплуатации буровой установки; сюда входят буровые платформы, плавучие буровые установки и т. п., и операции, например бурение, регулярные операции с BOP и оборудованием по обеспечению безопасности, работы по каротажу/керноотбору, ориентированию скважины, спуску и цементированию обсадных колонн/колонн-хвостовиков, и другие; разведочное и эксплуатационное бурение
	А1	Перемещение между скважинами	Работы, связанные с перемещением буровой установки с одной точки бурения на другую, например, перемещение и повторная установка якорных тросов плавучих буровых установок при морском бурении
	А2	Продолжительность неработоспособного состояния буровой установки, обусловленная отказом бурового оборудования	Работы по ремонту оборудования, необходимого для продолжения бурения в нормальном режиме, включая возможные мероприятия по обеспечению безопасности на ремонтируемой скважине, и другие, например, установку временной заглушки в скважине при проведении операций по подъему/спуску/ремонту/повторной установке BOP; другие, связанные с ремонтом мероприятия, включая мероприятия, проводимые с приспособлениями типа каротажных инструментов
	А3	Продолжительность неработоспособного состояния буровой установки, обусловленная проблемами в скважине	Борьба с возможными выбросами, ловильные работы, повторный монтаж или корректирующие мероприятия по монтажу устьевого оборудования на скважине, калибровка (разбуривание) ствола скважины, бурение нового ствола, работа с механически нестабильной скважиной, регулирование параметров бурового раствора, корректирующие цементные работы и др.
	А4	Операции выжидания	Ожидание какого-либо фактора, необходимого для начала ремонтных работ в скважине, например, благоприятных погодных условий, запасных частей, материалов или др.

Таблица G.3 — Монтаж и ремонтные работы в скважине в сегменте «апстрим» — категории потерь

Тип события		Описание
А	Ремонтные работы в скважине и капитальный ремонт скважины	Охватывает все основное оборудование для проведения ремонта в скважине, включая буровые платформы, плавучие буровые установки, шлангокабельные системы, ДУПА; включает проверку или установку в скважине барьера безопасности до начала проведения соответствующих ремонтных работ в скважине, регулярные операции с BOP и оборудованием по обеспечению безопасной эксплуатации, эксплуатацию/установку фонтанной арматуры, работы с пакером, насосно-компрессорными трубами и т. п.

Окончание таблицы G.3

Тип события			Описание
A			Монтаж (например заканчивание скважины, прокладка труб, установка подводного оборудования) и проведение ремонтных работ в скважине (например капитальный ремонт скважины, извлечение манифольда)
	A1	Перемещение с одного места расположения на другое	Мероприятия по перемещению ресурсов для осуществления монтажа и ремонтных работ
	A2	Отказ оборудования для проведения инсталляции и ремонтных работ в скважине	Работы по ремонту оборудования, необходимого для продолжения нормального режима эксплуатации, включая возможные мероприятия по обеспечению безопасности на ремонтируемой скважине, и другие, например установку временной заглушки в скважине при проведении операций по подъему/спуску/ремонту/повторной установке BOP; другие, связанные с ремонтом мероприятия, включая приспособления типа каротажных инструментов
	A3	Операции выжидания	Ожидание какого-либо фактора, необходимого для начала ремонтных работ в скважине, например, благоприятных погодных условий, запасных частей, материалов или др.

Таблица G.4 — События в сегменте «мидстрим» — категории потерь

Тип события			Описание
A	Трубопровод		Сюда входят только трубопроводы, фланцы, запорная арматура и т. п.
	A1	Плановые ремонтные работы	Потери, связанные с плановыми мероприятиями, которые включают профилактическое техническое обслуживание, испытания, приемочный контроль, внутритрубную дефектоскопию, обследования и т. п.
	A2	Неплановые мероприятия и отказы оборудования	Влияние на обеспечение эффективности производства, возникающее вследствие необходимости проведения ремонта, вызванного отказами на трубопроводах, включая их повреждения третьей стороной; а также логистические задержки. Геотехнические проблемы: смещения трубопроводов, размывы переходов трубопроводов через реки и т. п.
	A3	Обеспечение бесперебойного режима подачи потока	Обеспечение бесперебойного режима подачи потока (гидраты и т. п.), очистка внутренней полости трубопровода скребком, а также отказ антифрикционных присадок
	A4	Последствия модификации	Потери, связанные с модификацией, например, врезки
	A5	Останов процессов в сегменте «даунстрим» и ограничения	Остановы, вызванные технологическим/приемным оборудованием сегмента «даунстрим», находящимся за границей эксплуатационной ответственности терминала (ответственность третьей стороны)
B	Насосная/компрессорная станция		Все оборудование и все работы в пределах насосной/компрессорной станции, включая технологические и инженерные системы (обеспечение электропитанием, химическими реагентами, пневмообеспечение КИП и т. п.)
	B1	Плановые ремонтные работы	Потери, связанные с плановыми мероприятиями, которые включают профилактическое техническое обслуживание, испытания на безопасность, приемочный контроль и т. п.

Окончание таблицы G.4

Тип события			Описание
B	B2	Неплановые мероприятия и отказы оборудования	Потери, связанные с неплановыми мероприятиями, например, с отказом первичных двигателей и систем инженерного обеспечения (КИП, энергоснабжение и т. п.)
	B3	Технологические/эксплуатационные проблемы	Нарушения процесса, включая логистические задержки (например, на необслуживаемых объектах); аварийные отключения, включая ошибки оператора
	B4	Последствия модификации	Потери, связанные с модификацией, например, с добавлением новых насосов/компрессоров для повышения производительности
C	Терминал		Терминал нефти/конденсата (все производственные потери, описанные в B1—B4 и события, перечисленные в C1—C3)
	C1	Отгрузка	Остановы, вызванные (например при максимальном наполнении) отказами отгрузочного оборудования или отсутствием танкера, прекращением отгрузки ввиду неблагоприятных погодных условий и т. п.
	C2	Останов процессов в сегменте «даунстрим» и ограничения	Остановы, вызванные технологическим/приемным оборудованием сегмента «даунстрим», находящимся за границей эксплуатационной ответственности терминала (ответственность третьей стороны)
	C3	Отклонение качества продукции	Несоответствие продукции требованиям технических условий (ниже и выше требований, установленных в технических условиях на продукцию)
D	Заводы СПГ, газоперерабатывающие заводы и т. п.		Включая все производственные потери, описанные в B1—B4 и события, перечисленные далее в D1 и D2
	D1	Отклонение качества продукции	Несоответствие продукции требованиям технических условий (ниже и выше требований, установленных в технических условиях на продукцию)
	D2	Останов процессов в сегменте «даунстрим» и ограничения	Остановы, вызванные технологическим/приемным оборудованием сегмента «даунстрим», находящимся за границей эксплуатационной ответственности терминала (ответственность третьей стороны)
E	Другое		—
	E1	Проверочные остановы	Допускается исключать как из прогнозирования, так и из отчетности за прошедшие периоды (например, если проверочные остановы установлены в контрактах на продажу)
	E2	Аварийные события	События, связанные с необходимостью принятия мер безопасности. Расчеты продолжительности неработоспособного состояния, вызванного событиями катастрофического характера, должны быть отдельно указаны в отчетной документации

Таблица G.5 — События в сегменте «даунстрим» — категории потерь

Тип события		Описание
A	Неготовность технологической установки	Технологическая линия, как правило, состоит из ряда технологических установок (что предполагает производственные потери, описанные в таблице G.1 и приведенный ниже особый перечень событий)

Окончание таблицы G.5

Тип события			Описание
A	A1	Отклонение качества продукции	Потери, возникающие из-за несоответствия продукции требованиям технических условий, при этом продукция подлежит повторной обработке, переработке, уничтожению
	A2	Потери по принципу «эффекта домино»	Потери, вызванные остановом/снижением темпа работы других технологических установок
	A3	Капитальный ремонт	Потери, связанные с проведением плановых капитальных ремонтов (полные капитальные ремонты технологических установок, запланированные ранее)
	A4	Выход за установленные пределы работ капитального ремонта	Производственные потери вследствие проведения неплановых мероприятий в рамках капитального ремонта
	A5	Коммерция	Потери, вызванные ограничением объема производства вследствие коммерческих аспектов бизнеса

Приложение Н
(справочное)

Катастрофические события

Н.1 Общие положения

Некоторые опасные, редко происходящие события могут стать причиной длительного прекращения производства. Эти события относятся к катастрофическим и их следует отличать от более частых событий, которые рассматриваются при анализе производственной готовности и доставляемости. Катастрофические события должны рассматриваться отдельно при анализе эффективности.

Типичные катастрофические события включают в себя:

- землетрясения;
- пожары и взрывы;
- выбросы;
- диверсии;
- разрушение конструкции;
- существенные проблемы с обсадными колоннами или устьевыми оголовками;
- разрыв райзера или магистрального трубопровода;
- падение грузов с большой потенциальной разрушительной силой;
- другие события или совокупность событий с большой потенциальной разрушительной силой.

Далее более подробно рассматриваются важные факторы для анализа катастрофических событий.

Целью анализа готовности является прогнозирование фактической величины производственной готовности A установки на определенном интервале времени. Эта величина является неопределенной (неизвестной) на момент выполнения анализа, и должна быть спрогнозирована. Неопределенность, относящаяся к величине A, может быть выражена через распределение вероятностей $H(a)$, при этом среднее или ожидаемое значение величины $\bar{A}$ является прогнозирующим параметром A. Исследование производственной готовности методом Монте-Карло в целом выполняется генерированием последовательности независимых одинаково распределенных наборов величин, например A_1, A_2, A_n из распределения вероятностей $H(a)$. Распределение может быть рассчитано по модели A_1, A_2, A_n.

В теории, и пока речь идет о распределении неопределенности $H(a)$, нет никакой проблемы с включением катастрофических событий в данный анализ. Если катастрофическое событие приводит к производственным потерям z, и связанная с этим вероятность равняется p, это может отразиться на распределении H. Но применение «полного распределения» затрудняет прогнозирование A с использованием ожидаемой величины. В этом случае, разброс вокруг среднего значения был бы очень большим, и плотность распределения вероятности могла бы приобрести бимодальную форму, значительно отличающуюся от типичного распределения Гаусса. Предполагаемая вероятность наступления катастрофического события, как правило, оценивается как довольно низкая, а именно, $p \cdot z$, что не приведет к значительным производственным потерям. Однако, в случае наступления катастрофического события, фактические производственные потери, равные z, могли бы привести к критическому снижению производственной готовности A.

Если рассматриваемый период времени является продолжительным, то вероятность того, что катастрофическое событие произойдет, может быть очень большой и, следовательно, воздействие $p \cdot z$ — существенным. Следовательно, в таких случаях, включение в анализ катастрофических событий имеет большое значение.

Н.2 Критерии для включения в анализ

Последствия катастрофических событий для производства в системах добычи и транспортировки следует рассматривать всегда в рамках анализа производственной готовности или анализа полного риска. Как правило, катастрофические события должны включаться в анализ риска и финансовый анализ, а не в анализ производственной готовности. Критериями для исключения катастрофических событий из анализа производственной готовности могут быть:

- вероятность наступления катастрофического события за полный срок службы системы составляет менее 25 %;
- продолжительность неработоспособного состояния по причине возникновения одного катастрофического события за весь срок службы приводит к сокращению производственной готовности или доставляемости более чем на 1 %.

Следует, однако, обратиться к спрогнозированной расчетной величине снижения производственной готовности, если это является частью полного анализа риска. Это позволяет провести проверку согласованности базовых условий и номинального уровня, обеспечивая сопоставимость с прогнозами анализа производственной готовности.

При анализах подсистем следует в каждом отдельном случае рассматривать вопрос о необходимости включения в них катастрофических событий.

Приложение I
(справочное)

Краткий обзор методов анализа надежности

I.1 Общие положения

Анализы эффективности, такие как анализы безотказности и готовности представляют собой исследования и расчеты, выполняемые для оценки производительности системы. Термин «система» используется, например, применительно к добывающей или транспортной системам, блоку компрессоров, насосу, системе останова технологического процесса или задвижке. Данные анализы являются частью РАР.

В качестве руководства рекомендуется использовать следующее:

- при анализе эффективности рассматривают многоуровневые производственные объекты, например, морские или береговые системы добычи, установки или рабочие операции;
- при анализе готовности рассматривают продолжительность работоспособного состояния (состояние функционирования/нефункционирования) изделий (компонентов, оборудования, установок и систем);
- при анализе безотказности рассматривают первый отказ при двух состояниях* изделий (компонентов, оборудования, установок и систем).

Безотказность, главным образом, связана с безопасностью. В контексте РАР, безотказность может быть использована для оценки вероятности того, что первый отказ происходит после заданного интервала времени.

Готовность, главным образом, основана на времени, в течение которого изделие способно надлежащим образом выполнить требуемую функцию. В контексте РАР свойство готовности может быть применимо для отдельных компонентов или технологических линий, составленных из последовательно соединенных компонентов. Данное свойство используется также для демонстрации «готовности предоставления» при формировании требований к поставщикам таких компонентов.

Некоторые соответствующие методы анализа и концепции кратко изложены в I.1—I.22. Для получения более подробной информации можно обратиться к документам, ссылки на которые приведены в данных подпунктах, или к руководствам в области анализа надежности.

I.2 Анализ видов и последствий отказов

Краткое описание методов АВПО и АВПКО приведено в таблице I.1.

Таблица I.1 — Методы АВПО и АВПКО

Элемент анализа	Краткое описание метода
Описание анализа	Два метода анализа, проводимые «снизу вверх» по восходящей схеме детализации для анализа и систематического определения последствий потенциальных видов отказов
Цель анализа	АВПО является систематическим методом для определения последствий потенциальных видов отказов в пределах системы. Анализ может быть выполнен на любом уровне системы. Он может быть выполнен в сочетании с анализом критичности, и в этом случае носит название АВПКО. АВПКО является полуколичественным анализом, в котором информация о вероятности и последствиях отказа используется для оценки критичности каждого вида отказа. Это систематическая методика для повышения характерного для системы или продукции уровня надежности. Это итеративный процесс идентификации видов отказов, оценки вероятности их возникновения и их воздействий на систему, определения причин и поиск корректирующих или превентивных мер. Если анализ проводится с функциональной точки зрения, то, как правило, на уровне технологической линии или установки. Если внимание сосредоточено на технических средствах, анализ, как правило, выполняется на более низком уровне — на уровне ремонтопригодного изделия. Количество необходимой информации меняется в зависимости от приоритетов (более подробную информацию см. в таблицах I.2—I.4).

* Здесь: два состояния изделия — состояния функционирования/нефункционирования.

Окончание таблицы I.1

Элемент анализа	Краткое описание метода
Цель анализа	Поскольку данный вид анализа, как правило, чаще всего применяется на ранних стадиях проектирования для повышения характерного уровня надежности, метод АВПКО в равной степени полезен при рассмотрении безопасности, готовности, ремонтопригодности или логистической поддержки систем
Ссылка на соответствующие стандарты	MIL-STD-1629 [21], МЭК 60812 (1987-05) [10]
Общая потребность в информации	Данный вид анализа представляет собой индуктивный и систематический процесс, в котором отдельные отказы на уровне компонентов обобщаются в потенциальные виды отказов на уровне системы. Структурированный метод состоит из следующих этапов: a) определение системы (с точки зрения функций и технических средств); b) идентификация видов отказов (необходимо учитывать условия эксплуатации и условия окружающей среды в момент отказа); c) определение причин (понимание механизма отказа и выявление низшего уровня в рассматриваемой иерархии); d) оценка последствий (в плане производительности системы, безотказности, ремонтопригодности и безопасности); e) идентификация средств обнаружения (проверка наличия соответствующих средств обнаружения для всех критических видов отказов); f) классификация тяжести последствий отказа (установить приоритетность корректирующих мер; как правило, 3 или 4 уровня); g) определение вероятности возникновения (по интенсивности отказов на основании опыта или общедоступных баз данных, или посредством трех- или четырехуровневой классификации, используя инженерную оценку); h) вычисление индекса критичности (комбинация вероятности возникновения и тяжести последствий отказа); i) определение корректирующего действия (устранением причины отказа, снижением вероятности возникновения отказов, совершенствованием процесса обнаружения отказов или снижением тяжести последствий отказов)

I.3 Анализ дерева неисправностей

Краткое описание метода АДН приведено в таблице I.2.

Таблица I.2 — Метод АДН

Элемент анализа	Краткое описание метода
Описание анализа	Это графический метод, проводимый сверху вниз по нисходящей схеме детализации, для анализа логических связей между отказом всей системы и отказами ее компонентов и для выполнения вероятностных расчетов. Примечания 1 АДН применяют только с бистабильными (имеющими два состояния) компонентами и системами. 2 Метод может применяться для аналитического расчета неготовности производственной системы, но не пригоден для оценки производственной готовности, когда должны учитываться несколько уровней производства. 3 Кроме некоторых гипотетических случаев (например отсутствие ремонта), ненадежность при помощи АДН не может быть оценена

Окончание таблицы I.2

Элемент анализа	Краткое описание метода
Цель анализа	Существует несколько целей, например следующие: - построение графического изображения комбинаций отказов отдельных компонентов, которые приводят к отказу целой системы и, таким образом, получение булева уравнения, связывающего нежелательное событие (на уровне всей системы) с отказом отдельных компонентов; - качественный анализ безотказности/готовности системы (см. примечания 1—3), посредством идентификации комбинаций основных отказов, приводящих к нежелательному событию. Эти комбинации отказов носят название «минимальные сечения» (когерентные ДН) или «простые импликанты» (некогерентные ДН); - полуколичественный анализ безотказности/готовности системы (см. примечания 1—3), посредством сортировки ее минимальных сечений (или простой импликанты) в порядке уменьшения вероятностей; - расчет вероятности отказа всей системы (см. примечания 1—3); - оценка факторов различной важности для оценивания воздействия отказов отдельных компонентов; - оценка влияния отдельных вводимых значений факторов неопределенности на результат(ы)
Ссылка на соответствующие стандарты	МЭК 61025 [11]
Общая потребность в информации	ДН представляет собой булев процесс, который применяется для расчета вероятности соответствующего общего события по отдельным вероятностям основных событий, появляющихся в формуле булева. Поэтому, используемые вводимые значения — это чистые вероятности отказов, которые необходимо определить по параметрам безотказности соответствующих компонентов: - вероятность отказа; - интенсивность отказов, периодичность ремонтов; - промежуток между испытаниями, эффективность испытания, ошибка человека, и т. п. АДН служит также соответствующей поддержкой для выполнения анализов отказов по общей причине, анализов чувствительности системы и анализов неопределенности. ДН может также применяться в сочетании с диаграммой причины—следствия для анализа причин, лежащих в основе наступления события отказа

I.4 Блок-схема безотказности

Краткое описание метода построения RBD приведено в таблице I.3.

Таблица I.3 — Метод построения RBD

Элемент анализа	Краткое описание метода
Описание анализа	Формально, это логическая диаграмма, представляющая, как работает система, и позволяющая выполнять вероятностные расчеты. RBD состоит из бистабильных (имеющих два состояния) блоков (представляющих отдельные компоненты) соединенных вместе в соответствии с функциональной логикой всей системы. Примечания 1 Это скорее метод демонстрации, чем метод анализа (в противоположность АДН, который является и тем, и другим). Менее абстрактный, чем АДН, этот метод чаще применяется инженерами для демонстрации системы. 2 RBD применим только с бистабильными компонентами и системами; АДН и RBD имеют одинаковые расчетные ограничения (см таблицу I.2). 3 RBD не подходит для анализа обеспечения эффективности производства, для которого необходимы сети потока, совместимые с системами, имеющими различные состояния

Окончание таблицы I.3

Элемент анализа	Краткое описание метода
Цель анализа	Цель RBD заключается в построении логической модели, стоящей как можно ближе к структурной схеме системы и представляющей те компоненты, которые должны быть в состоянии функционирования/неисправном состоянии, с тем, чтобы вся система была в состоянии функционирования/неисправном состоянии. В целом RBD представляет собой результат функционального анализа изучаемой системы. С точки зрения логики RBD представляет булево уравнение. Она эквивалентна ДН и может быть использована с той же самой целью, с теми же методами расчета (см. таблицу I.2). RBD можно рассматривать как «электрическую» цепь. Поиск комбинаций отказов компонентов, ведущих к отказу системы, является подобным выявлению того, где данная цепь может быть пересечена. Отсюда и появление термина «сечение»
Ссылка на соответствующие стандарты	МЭК 61078 [12]
Общая потребность в информации	Аналогично ДН (см. таблицу I.2)

I.5 Модели для расчетов производственной готовности

I.5.1 Общие положения

Кроме метода MPA, классические модели не совсем применимы для расчетов производственной готовности. И даже MPA эффективен только для очень маленьких систем. Поэтому, необходимо использовать модели, обладающие способностью:

- управлять сложным поведением производственных систем;
- получать различные необходимые вероятностные параметры;
- быстро производить вычисления на системах промышленного масштаба.

Общепринятое решение заключается в произведении «имитационных моделирований методом Монте-Карло» на «поведенческих моделях».

I.5.2 Принципы имитационного моделирования методом Монте-Карло

Моделирование методом Монте-Карло является компьютеризированным подходом, заменяющим аналитические расчеты на статистические. Метод основан на моделировании статистических данных об опыте эксплуатации большого количества производственных систем в соответствии со следующими принципами:

- моменты возникновения событий (например, отказов, ремонтов, неблагоприятных погодных условий, перемещение буровой установки) в заданном периоде эксплуатации рассчитываются с помощью случайных чисел согласно соответствующим распределениям вероятности;
- соответствующие параметры (например, производственные потери, количество использованных запасных деталей, рабочая нагрузка, наработка до первого отказа) фиксируются в ходе заданного периода эксплуатации для составления статистических выборок;
- при накоплении достаточного количества таких данных об опыте эксплуатации проводятся статистические расчеты для определения желаемых параметров (например, производственной готовности, средних производственных потерь, средней рабочей нагрузки, средней наработки до первого отказа) по статистическим выборкам.

Моделирование методом Монте-Карло широко применяется для прогнозирования производственной готовности производственного объекта. Поскольку моделирование не является аналитическим, его можно использовать для моделирования различных ситуаций, включая сложный отказ и распределение времени ремонта, влияния различных методов ремонта, резервирования, эксплуатационных аспектов и т. п. Кроме того, этот метод применим для комбинированного рассмотрения случайных (стохастических) и детерминированных событий.

I.5.3 Поведенческое моделирование

До проведения моделирования методом Монте-Карло необходимо построить модель для имитационного моделирования. Необходимо, чтобы такая модель имела следующие характеристики:

- максимальное приближение к реальному поведению системы (например, реагирование в момент возникновения событий);
- охват всех элементов, влияющих на добычу (например, прохождение потока продукции через различное оборудование, реакция системы на отказ компонента или на ремонт, эксплуатация, техническое обслуживание, вопросы обеспечения запасными частями и сжигания на факельной установке, SIMOPS, динамика добычи и т. п.);
- кодирование в сжатой форме огромного количества потенциальных состояний производственной системы (системы добычи).

Соответствующая математическая структура для достижения вышеуказанных требований состоит из так называемых «автоматов конечных состояний», которые обобщают все классические модели (RBD, АДН, MPA).

Такие «автоматы конечных состояний» имеют широкое применение, включая графы Маркова, диаграммы потоков, сети Петри, формализованные языки (специализированные или широко распространенные), и т. п. Их эффективность и моделирующая способность меняются в широком диапазоне, и рекомендуется очень тщательно проверять, чтобы конкретная выбранная программа была пригодна для заданного анализа производственной готовности.

I.5.4 Анализ сети потоков

Краткое описание метода FNA приведено в таблице I.4.

Таблица I.4 — Метод FNA

Элемент анализа	Краткое описание метода
Описание анализа	Это диаграмма, которая аналогична RBD, но представляет производственную систему. Она состоит из блоков (представляющих производственные мощности отдельных компонентов технологического процесса), соединенных по направлению циркуляции потока продукции по всей производственной системе. Примечания 1 Это скорее способ наглядного представления (демонстрации), чем метод анализа. Он широко применяется инженерами, которые в свою очередь зачастую путают его с RBD. 2 Вообще необходимо сочетать RBD и сети потоков (FN — flow network), чтобы представить и циркуляцию потока, и последствия отказа вспомогательных (инженерных) сетей. 3 Большинство запатентованных пакетов программ, посвященных расчетам производственной готовности, основано на методе Монте-Карло на моделях, подобных RBD/FN. Их моделирующие способности и эффективность расчета меняются в широком диапазоне; необходимо провести их тщательный анализ перед применением
Цель анализа	Цель FN состоит в следующем: - в построении модели потока, который максимально приближен к структуре системы (например, серийное оборудование, резервирование) и представляет производственные мощности системы как функцию производственных мощностей ее компонентов; - в ее использовании для поддержки моделирования методом Монте-Карло в целях расчетов и оценки соответствующих производственных параметров, заложенных в PAP
Ссылка на соответствующие стандарты	Стандарты отсутствуют
Общая потребность в информации	Сама диаграмма потока может быть взята из технологических схем потоков (PFD — process flow diagrams) и монтажно-технологических схем (PID — process instrumentation diagrams) исследуемой системы, а входные данные содержат информацию, представленную в таблице I.2 (см. также таблицу I.6). Входные данные, указанные в I.5.3, также необходимы, но они не могут быть представлены графически

I.5.5 Анализ сети Петри

Краткое описание метода PNA приведено в таблице I.5.

Таблица I.5 — Метод PNA

Элемент анализа	Краткое описание метода
Описание анализа	Это графический метод, который применяет сети Петри (представленные в виде автоматов конечных состояний) для построения динамичной поведенческой модели системы. Потенциальные события представлены переходами, а потенциальные состояния — местами. Дуги и предикаты (уравнения) используются для моделирования условий валидации переходов (то есть события могут произойти). Дуги и констатация (уравнения) используются для моделирования тогда, когда переход запущен (то есть событие происходит). Примечание — Сети Петри выглядят более абстрактно, чем RBD, FNA или MPA но, с учетом незначительных интеллектуальных инвестиций они имеют некоторые достоинства: - большинство информации может быть показано непосредственно на графе; - могут быть применены «степперы» для проверки поведения модели; - могут быть применены скоростные вычисления методом Монте-Карло
Цель анализа	Существует несколько целей: - создание эффективной поведенческой модели для моделирования методом Монте-Карло; - четкое описание нормального функционирования и нарушения функционирования таких динамичных систем, как производственные объекты; - легкое и точное представление логистики, ресурсов, используемых несколькими пользователями (например, одной ремонтной бригадой для нескольких компонентов) и реконфигурации системы после отказа или ремонта компонента; - моделирование поведения вручную «шаг за шагом» (то есть используя «степпер») для верификации того, что оно отражает поведение реальной производственной системы; - применение любого вероятностного закона (то есть не только классического экспоненциального закона) к отказу, ремонту компонентов и т. п., и сочетание детерминированных и случайных (стохастических) задержек в одной и той же модели; - оперативное получение как классических результатов (например, аналогичных получаемым с помощью АНД, RBD, MPA) и любых других соответствующих параметров: производственные потери, производственная (не)готовность, количество газа, сжигаемого на факельной установке, трудоемкость технического обслуживания, количество ремонтов, выполненных определенной ремонтной бригадой, количество отказов, нагрузка от поддержки ремонта и т. п.; - выделение самых коротких и/или наиболее вероятных последствий события (сценариев), начинающихся с исправного состояния (если существуют) и приводящих к полному отказу (если существуют)
Ссылка на соответствующие стандарты	Существуют стандарты, относящиеся к валидации и доказательности, но они не могут непосредственно применяться для определения производственной готовности
Общая потребность в информации	Сеть Петри — это система динамичного поведения, как и реально изучаемая система. Любое событие, которое может произойти в реальной системе (см. I.5.3), может быть смоделировано в сети Петри. Поэтому, типы получаемой информации ограничиваются только квалификацией аналитика и деталями, необходимыми для исследования. Логистика, ресурсы, запасные части, стратегия профилактического технического обслуживания, реконфигурации, концепция сжигания на факельной установке, как правило, являются наиболее общими типами требуемой информации

I.6 Анализ проекта

Формальный анализ проекта*, как правило, проводится для многих систем в ходе разработки проекта. Следует предусмотреть специальный анализ проекта обеспечения эффективности производства, или аспекты обеспечения эффективности производства должны быть включены в другие анализы проектов. Вопросы ремонтопригодности, например, могут быть включены в анализ проекта производственных условий.

Анализы проектов должны проводиться группой специалистов в различных дисциплинах. Анализ проекта должен проводиться с систематическим применением управляющих слов** или контрольных списков.

Анализы проектов могут концентрировать внимание на аспектах, влияющих на эффективность производства, таких как:

- общее качество продукции;
- технические характеристики продукции;
- границы проектирования/границы безопасности, влияющие на безотказность оборудования;
- конфигурация системы/резервирование;
- условия эксплуатации;
- концепция технического обслуживания;
- процедуры технического обслуживания;
- ремонтопригодность/доступность/модуляризация;
- производственные условия для проведения технического обслуживания;
- требуемая квалификация персонала по техническому обслуживанию;
- готовность запасных частей;
- требуемые инструменты;
- безопасность;
- опыт эксплуатации продукции.

Может быть дана ссылка на соответствующий стандарт МЭК 61160 [13].

I.7 Исследование опасности и работоспособности

Цель HAZOP заключается в идентификации проблем опасности на технологических линиях и проблем работоспособности, а также обеспечении надежных входных данных для разработки технологического процесса. Кроме пользы с точки зрения концепции обеспечения эффективности производства, HAZOP также находит эффективное применение для идентификации альтернативных безопасных способов эксплуатации технологической линии в нештатной ситуации для предупреждения ее останова.

HAZOP можно использовать в системах, а также в рабочих операциях. При использовании в рабочих операциях, таких как техническое обслуживание или ремонтные работы, полученные результаты HAZOP могут послужить входными данными для анализа эффективности.

Могут быть даны ссылки на соответствующие стандарты МЭК 61882 [14] и ИСО 17776 [20].

I.8 Анализ производительности и работоспособности

POR включает полный анализ сценариев отказа и продолжительности неработоспособного состояния в рассматриваемой производственной системе. Цели анализа включают:

- оценка способов идентификации отказов в системе и тяжести последствий различных видов отказов;
- оценка продолжительности неработоспособного состояния, связанного с подготовкой к ремонту и запуску производства (концентрация внимания на условиях процесса, которые могут повлиять на данные вопросы); это следует рассматривать в сочетании с квалификацией данных о надежности и с предлагаемыми оценками, которые могут быть проанализированы в рамках применения POR;
- оценка предварительных данных о надежности для модели производственной готовности.

Накопленная продолжительность неработоспособного состояния, связанная с восстановлением отказавшего изделия, состоит из нескольких фаз, которые включают:

- доремонтную фазу (например, обнаружение неисправности, изоляция, сброс давления, удаление газа, механические подготовительные работы);
- оперативную продолжительность ремонта (как правило, MTTR);
- послеремонтную фазу (например, механические послеремонтные работы, запуск).

Создается группа для проведения POR, состоящая из аналитиков в области обеспечения эффективности производственных процессов и экспертов в таких дисциплинах как технология и техническое обслуживание. Во время проведения POR оцениваются сценарии отказа каждого подэтапа или этапа построения модели путем систематического анализа. Накопленная продолжительность неработоспособного состояния определяется после получения оценок отдельных продолжительностей неработоспособного состояния.

---

* Определение термина «формальный анализ проекта» по ГОСТ Р МЭК 61160—2006 приведено в ДА.9 (приложение ДА).

** Определение термина «управляющее слово» по ГОСТ Р 51901.11—2005 приведено в ДА.10 (приложение ДА).

На рисунке I.1 показан пример, иллюстрирующий продолжительность неработоспособного состояния, вызванного событием отказа.

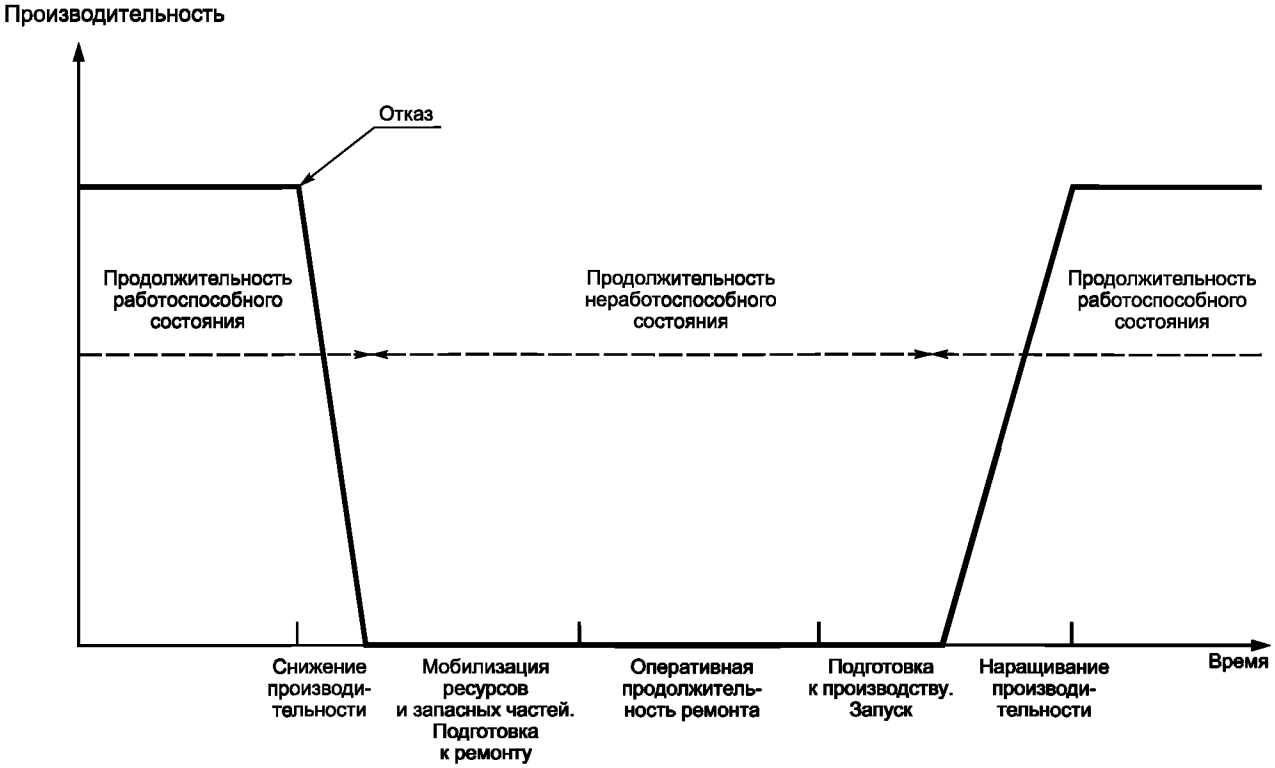


Рисунок I.1 — Пример, иллюстрирующий продолжительность неработоспособного состояния, вызванного событием отказа

I.9 Испытания на надежность

Для прогнозирования надежности компонентов может быть выполнено несколько видов испытаний на надежность*. В соответствии с BS 5760-2 [1], испытания могут включать:

- испытания на повышение надежности;
- демонстрационные испытания на надежность в процессе разработки;
- испытания на стойкость к внешним воздействующим факторам**, включая термотренировку***, в процессе производства;
- испытания на надежность в процессе производства;
- демонстрация надежности в процессе эксплуатации.

Следует отметить, что испытания на надежность не применяются для большинства компонентов, подсистем и систем в нефтяной, нефтехимической и газовой отраслях промышленности. Ускоренные испытания*4 на долговечность предполагают превышение допустимых нагрузок в плане условий окружающей среды и условий эксплуатации по сравнению с нормальными режимами эксплуатации, что в свою очередь приводит к возникновению различных видов отказов и деградации. Воспроизведение нормального процесса снижения долговечности посредством проведения ускоренных испытаний на долговечность представляет собой достаточно сложную процедуру.

Модель производственной готовности может применяться для проведения анализа чувствительности, с тем, чтобы выявить, для каких компонентов необходимо более тщательное изучение параметров надежности, или какой уровень надежности для данных компонентов необходимо продемонстрировать для достижения запланированных целей.

---

* Определение термина «испытания на надежность» по ГОСТ 16504—81 приведено в ДА.11 (приложение ДА).

** Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам см. в ГОСТ 30630.0.0—99 «Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, механизмов, приборов и других технических изделий. Общие требования».

*** Здесь: термотренировка — испытание воздействием температуры, проводимое с целью выявления изделия со скрытыми дефектами.

*4 Определение термина «ускоренные испытания» по ГОСТ 16504—81 приведено в ДА.12 (приложение ДА).

I.10 Человеческий фактор

Интерфейсы между продукцией, системами, оборудованием (включая документацию по эксплуатации и техническому обслуживанию) и персоналом по его эксплуатации и техническому обслуживанию должны быть проанализированы на предмет идентификации вероятных ситуаций возникновения и последствий ошибок человека в отношении видов неисправностей изделий. Особое внимание должно быть уделено:

- анализу продукции на предмет гарантии того, что интерфейс «человек-машина» и связанные с ним задачи, выполняемые человеком, идентифицированы;
- оценке потенциальных ошибок человека в зоне интерфейса во время эксплуатации и технического обслуживания, их причин и последствий;
- инициации модификаций изделия и/или процедуры с целью снижения вероятности ошибок и их последствий.

Ссылки на соответствующую литературу:

- EEMUA Издание 191 [23];
- EEMUA Издание 201 [24];
- API Издание 770 [26].

I.11 Надежность программного обеспечения

Существует вероятность того, что системы программного обеспечения содержат неисправности из-за ошибок человека при проектировании и разработке, и эти ошибки могут привести к отказам во время эксплуатации. Совершенствование надежности* компонентов программного обеспечения, и электронных компонентов в особенности, может снизить эффект влияния ненадежности программного обеспечения на отказы системы. Следовательно, систематические отказы из-за ошибок программного обеспечения могут зачастую стать основной причиной отказа в программируемых системах.

Для анализа системы, содержащей компоненты программного обеспечения, для учета последствий отказов программы на поведение системы могут применяться такие методы анализа, как блок-схема, АВПКО (см. I.2) или метод АДН (см. I.3). Это эффективно для идентификации тех компонентов программного обеспечения, которые являются критическими для функционирования системы. Для количественного анализа с применением этих методов, необходимо оценить надежность компонентов программного обеспечения.

Следует отметить, что неисправности систем программного обеспечения являются уникальными по характеру их проявления, а именно:

- неисправности программного обеспечения являются скрытыми, но существующими с самого начала, и неявными;
- все аналогичное программное обеспечение имеет те же самые неисправности;
- в случае обнаружения и эффективного устранения неисправности, она вновь не возникает;
- комплексные испытания могут устранить многие неисправности программного обеспечения;
- программное обеспечение должно разрабатываться, проектироваться, испытываться и применяться с тем же самым видом аппаратных средств (то есть, изменение аппаратных средств может активизировать скрытые неисправности, имеющиеся в программном обеспечении).

Более подробное описание надежности программного обеспечения см. в МЭК 61508-3 [15] и МЭК 60300-3-6** [27].

I.12 Зависимые отказы

Классические уравнения, используемые для расчета безотказности системы на основании безотказности компонентов, принимают во внимание независимые отказы. Могут иметь место также зависимые отказы/отказы по общей причине, приводящие к снижению производительности системы или отказу вследствие одновременного появления неисправностей нескольких компонентов системы по внутренним или внешним причинам. Внешние причины могут быть обусловлены человеческим фактором или проблемами окружающей среды, в то время как внутренние причины, как правило, связаны с аппаратными средствами.

Прогноз эффективности производства (например, производственной готовности) должен включать оценку зависимых отказов/отказов по общей причине.

I.13 Анализ данных о долговечности

Анализ данных о долговечности используется для согласования данных о долговечности (данных об отказе) с характерным распределением. При этом можно использовать известные характеристики распределения для получения более полного понимания режима отказа*** изделия. Существует множество распределений, одно из которых может быть более подходящим для моделирования конкретного набора данных, чем другое.

---

* Определение термина «совершенствование надежности» по ГОСТ Р 51901.6—2005 приведено в ДА.13 (приложение ДА).

** Данный стандарт заменен на МЭК 60300-2:2004 [4].

*** Определение термина «режим отказа» по ГОСТ Р 51901.6—2005 приведено в ДА.14 (приложение ДА).

Примечания

1 Выбор наиболее подходящего распределения, как правило, требует предварительного получения информации о режиме отказа в процессе эксплуатации.

2 Дальнейшее описание анализа данных о долговечности см. в ИСО 14224:2006 (приложение С).

3 Для всех вероятностных распределений применимо только моделирование методом Монте-Карло.

I.14 Анализ технического обслуживания, ориентированного на безотказность

При анализе RCM, который предполагает внедрение программы проведения систематического (профилактического) технического обслуживания, как правило, выполняются следующие этапы:

- функциональный анализ, который определяет главные функции системы/оборудования;
- анализ критичности, который определяет виды отказов оборудования и их интенсивность (для чего может использоваться АВПКО);
- идентификация причин отказа и механизмов критических видов неисправностей;
- определение вида технического обслуживания, основанного на критичности отказа, вероятности отказа, стоимости технического обслуживания, и т. п.

Процесс RCM должен обновляться на протяжение всего жизненного цикла наряду с пересмотрами программы технического обслуживания, а также с использованием соответствующих данных об опыте эксплуатации и с подтверждением оценки критичности.

Достоверные данные анализа эффективности, используемые на ранних стадиях проектирования, должны вводиться в процесс RCM, там, где применимо, для обеспечения согласованности данных и обмена информацией между этими двумя исследованиями. Должно быть обеспечено приведение в соответствие данных о надежности, используемых в обоих исследованиях. Аналогично, следует обращаться к «живым» данным анализа RCM, при обновлении результатов анализа эффективности и анализа надежности/безотказности на стадиях эксплуатации.

I.15 Анализ технического освидетельствования (инспектирования) с учетом факторов риска

Анализ RBI является методикой, цель которой заключается во внедрении инспекционной программы, основанной на аспектах вероятности и последствий отказа. Данная методика объединяет в себе деятельность по обеспечению эффективности производства и анализу риска, и, как правило применяется на статическом технологическом оборудовании (например, трубная обвязка, сосуды, работающие под давлением и корпуса арматуры). Как правило, видом отказа, представляющим особый интерес, является потеря герметичности.

Обмен данными между анализами RBI, RCM, эффективности, готовности и анализом риска имеет большое значение для обеспечения согласованности соответствующих интенсивностей отказов и связанных с ними простоев оборудования, включенного в эти анализы. Опыт применения анализа RBI на стадии эксплуатации, может также быть использован в связи с анализом эффективности альтернативных проектных решений на стадиях планирования, а также на ранней стадии планирования мероприятий технического обслуживания.

Более подробное описание метода анализа RBI см. в API RP 581 [25].

I.16 Оптимизация периодичности испытаний

Для обеспечения соответствия критериям приемки и/или более специфичным требованиям, например системам безопасности, испытания, необходимо проводить с определенными интервалами. На основании системного анализа можно оптимизировать периодичность испытаний, как для компонентов, так и для системы в целом с учетом конкретных критериев/требований приемки и затрат на испытания. Должно быть четко определено состояние компонента после испытания (то есть полное восстановление работоспособного состояния или наличие резкого ухудшения характеристик изделия). Часто повторяемые испытания, как правило, обеспечивают готовность с высоким уровнем безопасности, если уровень эффективности испытаний является приемлемым (под эффективностью испытаний подразумевается полезность испытаний, то есть вероятность выявления в ходе испытаний скрытых функциональных отказов). Однако затраты на испытания могут быть значительными, а в некоторых случаях испытания могут привести к повреждению системы (например, испытания запорной арматуры под давлением) и даже стать причиной дополнительных отказов системы. Периодичность испытаний должна быть оптимизирована на основе итеративного процесса, при котором все критерии приемки системы и затраты являются параметрами оптимизации.

I.17 Оптимизация запасных частей

Краткое изложение метода оптимизации запасных частей приведено в таблице I.6

Таблица I.6 — Оптимизация запасных частей

Элемент анализа	Краткое описание метода
Описание анализа	Оптимизация запасных частей основана на исследованиях операций и выбранных методах анализа надежности, и может быть как аналитической, так и использовать принципы имитационного моделирования. Цель процесса оптимизации заключается в установлении баланса между стоимостью запасных частей при их наличии и их стоимостью при дефиците
Цель анализа	Оптимизация хранения запасных частей с учетом: - первоначального количества запасных частей; - момента возобновления заказа; - объема пополнения запасов; - объема запасов на складах (номинального)
Ссылка на соответствующие стандарты	МЭК 60300-3-12 [8], МЭК 60300-3-14 [9]
Общая потребность в информации	Требуются следующие данные: - объемы потребности, удельные цены и критичность определенных запасных частей; - пооперационный перечень работ (конфигурация); - время обработки заказа, относительное количество времени, приходящееся на ремонт, время для организации снабжения; - звенья цепи поставки, время доставки, затраты на хранение и повторную поставку

Оптимизация запасных частей может быть проведена с помощью алгоритмов оптимизации (например «генетические алгоритмы», «алгоритмы муравьиной колонии») на модели производственной готовности.

I.18 Методы анализа структурной надежности

Методы анализа структурной надежности (SRA) представляют собой инструмент расчета вероятностей системы, где «отказ системы» определяется посредством, так называемой функции предельного состояния и ряда случайных величин, называемых базисными переменными. Базисные переменные представляют собой причинные механизмы, связанные с напряжением и прочностью, которые могут дать начало возникновению события «отказа системы». Предельная функция основана на физических моделях. Методы SRA используются для расчета вероятности и изучения чувствительности вероятности отказа к изменениям параметров при вычислениях. Как правило, применяется имитационное моделирование, однако данная методика требует больших временных затрат в случаях малых величин вероятностей.

Методы SRA являются инструментами для расчета вероятности. Таким образом, модели, используемые при данном виде анализа, связаны с другими моделями для расчета надежности/безотказности, такими как: модели для расчета продолжительности срока службы механического и электронного оборудования, модели для расчета надежности программного обеспечения, модели для расчета готовности систем обеспечения и модели для расчета надежности человеческого фактора. Все модели этого типа могут использоваться для вычисления единичных вероятностей, которые являются входными данными для различных методов, используемых при анализах риска и эффективности, например, для основных событий в АДН и анализах RBD. Однако отличительной особенностью методов SRA является то, что при единичном анализе может быть учтено влияние нескольких случайных величин и видов отказа. Таким образом, при использовании методов SRA, в разбивке событий на подсобытия до такой же степени детализации как, например, при АДН, как правило, нет необходимости.

I.19 Анализ затрат на жизненный цикл

Прогнозируемые параметры обеспечения эффективности производства являются важными входными параметрами анализа затрат на жизненный цикл (ЗЖЦ). Расчет величины ЗЖЦ, как правило, производится для выбора между двумя или более альтернативными решениями. Расчеты могут охватывать только часть или все производственные объекты. Формат входных данных должен быть соответствующим для выполнения расчета LOSTREV как части анализа эффективности, в то время как расчеты CAPEX и OPEX, как правило, входят в анализ общих ЗЖЦ. Следует учитывать, что OPEX включают затраты на корректирующее техническое обслуживание (эксплуата-

ционная нагрузка, запасные части, логистика и другое потребление ресурсов), которые могут быть определены на основе анализа эффективности, приведенного в настоящем стандарте.

Каждое альтернативное решение должно быть представлено с соответствующими показателями эффективности производства в виде процента от планируемого объема производства. При изменении производительности во времени, параметры эффективности должны быть представлены как функция времени (для каждого года эксплуатации месторождения — одно соответствующее значение параметра). Должен быть представлен также соответствующий профиль номинального уровня, для обеспечения проведения расчета производственных потерь, а следовательно и LOSTREV. В каждом случае необходимо подробно рассматривать допущения на возможность возмещения производственных потерь, и в таком случае, когда производственные потери могут быть возмещены.

Если оценки ЗЖЦ не имеют цель прогнозирования общих ЗЖЦ, входные данные для анализа эффективности могут быть ограничены различиями между альтернативными решениями. Входные данные для анализа эффективности должны включать соответствующие значения параметров добычи нефти, транспортировки газа и других параметров, при необходимости.

Может быть дана ссылка на международный стандарт ИСО 15663 (все части) [17]—[19].

I.20 Анализ готовности к риску и чрезвычайным ситуациям

Анализ готовности к риску и чрезвычайным ситуациям связывает многие аспекты надежности и обеспечения эффективности производства с вопросами безопасности и экологии. В связи с этим, интерфейсы анализа готовности к риску и чрезвычайным ситуациям таковы:

- входные данные для анализа готовности к риску и чрезвычайным ситуациям в отношении надежности систем обеспечения безопасности (системы водяного пожаротушения, системы обнаружения пожара и загазованности, система ESD); такие анализы отдельных систем могут быть частью полного анализа эффективности;
- анализ готовности к риску и чрезвычайным ситуациям может установить требования к надежности определенных видов оборудования, как правило, систем обеспечения безопасности;
- анализ готовности к риску и чрезвычайным ситуациям может установить требования к конфигурации оборудования, связанного с обеспечением эффективности производства;
- производство может оказаться в состоянии неготовности, обусловленном катастрофическими событиями [см. D.3.6 (приложение D) и приложение H];

Пример — Стратегии тестирования уровня неавтоматизированного управления, логистики и оборудования.

- при анализе готовности к риску и чрезвычайным ситуациям, а также анализе эффективности рекомендуется привести в соответствие допущения, принятые при исследованиях, и фактические данные.

I.21 Анализ уровня новизны технологии

Оборудование, подлежащее квалификации, может быть классифицировано по следующим признакам: по новизне технологии и по наличию опыта применения аналогичной технологии в контексте реальных условий эксплуатации и окружающей среды. DNV-RP-A203 [22] описывает классификацию, приведенную в таблице I.7, где технология подразделяется на четыре категории:

a) без новых технических неопределенностей;
b) с новыми техническими неопределенностями;
c) с новыми техническими задачами;
d) с поиском новых технических задач.

Таблица I.7 — Классификация технологии по уровню новизны

Область применения	Технология		
	отработанная	ограниченной изученности	новая или неотработанная
Известная	1	2	3
Новая	2	3	4

Данная классификация применима на уровне системы, а также для каждой отдельной детали и функции. Классификация используется для выявления деталей и функций, которые должны быть подвержены особенно тщательным исследованиям в процессе разработки. Технология категории 1 — это отработанная технология, где для документального подтверждения соответствия требованиям могут быть использованы отработанные методы квалификации, испытаний, расчетов и анализов. Технологии, определяемые как категории 2—4, считаются новыми технологиями.

I.22 Марковский анализ

Краткое описание метода МРА приведено в таблице I.8.

Таблица I.8 — Метод МРА

Элемент анализа	Краткое описание метода
Описание анализа	МРА — графическая модель, представляющая поведение системы, переходящей из одного состояния в другое на протяжении всего срока службы, и обеспечивающая возможность производить вероятностные вычисления (безотказности, готовности, производственной готовности). Примечания 1 Кроме параметров вероятности МРА позволяет вычислять среднее кумулятивное время, проведенное в каждом состоянии. Это позволяет ликвидировать разрыв между вычислениями безотказности/готовности и расчетом производственной готовности. 2 Главная проблема МРА заключается в экспоненциальном возрастании количества возможных состояний, что ограничивает применение этого метода малыми системами. 3 Классический метод МРА является процессом без «памяти», то есть, будущее не зависит от прошлого. В ином случае, необходимо использовать процессы «полумарковского анализа», при этом существенно возрастает трудоемкость аналитических методов расчета
Цель анализа	Существует несколько целей: - построение диаграммы (граф Маркова), визуально представляющей поведение всей изучаемой системы и определяющей основной набор дифференциальных уравнений, позволяющих производить вероятностные вычисления; - оценка (не)надежности и последовательно по точкам вычисление (не)готовности изучаемой системы; - вычисление стационарного коэффициента (не)готовности всей изучаемой системы; - вычисление среднего коэффициента (не)готовности или производственной (не)готовности изучаемой системы в течение заданного периода времени; - идентификация самых коротких и/или наиболее вероятных последствий события (сценариев), начинающихся с исправного состояния и приводящих к полному отказу; - вычисление ожидаемой потребности в запасных частях и ремонтных ресурсах в течение всего срока службы системы
Ссылка на соответствующие стандарты	МЭК 61165 [28]
Общая потребность в информации	Диаграмма Маркова представляет ряд линейных дифференциальных уравнений, позволяющих рассчитывать вероятность того, что система находится в заданном состоянии в заданное время. На входе — данные, определяющие интенсивность переходов и соотношения между различными состояниями, такими как: - интенсивность отказов, частота ремонта отдельных компонентов; - интенсивность отказов по общей причине; - логистические задержки (преобразованные в эквивалентную интенсивность переходов); - вероятность отказов по требованию (например, неудачный запуск). Стратегии эксплуатации и технического обслуживания так же включены в качестве входных данных, оказывающих влияние на структуру самого графа, или на интенсивность переходов (например, одновременный ремонт нескольких компонентов для одного перехода)

Приложение ДА
(справочное)

Дополнительные термины и определения понятий, необходимые для понимания текста настоящего стандарта

ДА.1

обеспечение качества (quality assurance): Часть менеджмента качества, направленная на создание уверенности, что требования к качеству будут выполнены.

[ГОСТ ISO 9000—2011, статья 3.2.11]

ДА.2

верификация (verification): Подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены.

Примечания

1 Термин «верифицирован» используют для обозначения соответствующего статуса.

2 Деятельность по подтверждению требования может включать в себя:

- осуществление альтернативных расчетов;
- сравнение спецификации на новый проект с аналогичной документацией на апробированный проект;
- проведение испытаний и демонстраций;
- анализ документов до их выпуска.

[ГОСТ ISO 9000—2011, статья 3.8.4]

ДА.3

валидация (validation): Подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены.

Примечания

1 Термин «валидирован» используют для обозначения соответствующего статуса.

2 Условия применения могут быть реальными или смоделированными.

[ГОСТ ISO 9000—2011, статья 3.8.5]

ДА.4

управление надежностью: Совокупность координируемых действий, являющихся частью общего управления предприятием, осуществляемых в целях выполнения требований к надежности изделий.

[ГОСТ Р 27.001—2009, пункт 3.6]

ДА.5

критическое изделие (critical item): Изделие, отказ которого является причиной неспособности системы выполнить ее функции, либо влияет на безопасность системы, либо повлечен крупный ремонт или серьезно удорожает обслуживание. Примером критических служат изделия:

- имеющие ограниченный срок службы, срок годности, или специальные требования к окружающей среде, в которой сохраняется работоспособность (вибрация, температура и т. п.);
- требующие специальной обработки, способов транспортирования, хранения или иных предосторожностей;
- которые трудно произвести современными методами;
- показавшие неудовлетворительную надежность в эксплуатации.

[Р 50.1.031—2001, статья 3.9.18]

ДА.6

программа испытаний (test program): Организационно-методический документ, обязательный к выполнению, устанавливающий объект или цели испытаний, виды, последовательность и объем проводимых экспериментов, порядок, условия, место и сроки проведения испытаний, обеспечение и отчетность по ним, а также ответственность за обеспечение и проведение испытаний.

[ГОСТ 16504—81, статья 13]

ДА.7

цепочка поставки (supply-chain): Скоординированная совокупность процессов управления, объединяющая действия поставщика, организации и потребителя для достижения общей поставленной цели.

[ГОСТ Р 51901.3—2007 (МЭК 60300-2:2004), пункт 3.15]

ДА.8

оценка риска (risk assessment): Процесс, охватывающий идентификацию риска, анализ риска и сравнительную оценку риска.

[ГОСТ Р 51897—2011/Руководство ИСО 73:2009, статья 3.4.1]

ДА.9

формальный анализ проекта (formal design review): Формальная и независимая экспертиза существующего или предполагаемого проекта для обнаружения и исправления недостатков проекта и требований к показателям безотказности, безопасности, долговечности и ремонтопригодности, средствам технического обслуживания и направленная на выявление потенциальных возможностей для улучшения.

Примечание — Анализа проекта самого по себе недостаточно для обеспечения качества проекта (МЭК 60050—191).

[ГОСТ Р МЭК 61160–2006, пункт 3.1]

ДА.10

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

[ГОСТ Р 51901.11—2005 (МЭК 61882:2001), пункт 3.4]

ДА.11

испытания на надежность (reliability test): Испытания, проводимые для определения показателей надежности в заданных условиях.

[ГОСТ 16504—81, статья 76]

ДА.12

ускоренные испытания (accelerated test): Испытания, методы и условия проведения которых, обеспечивают получение необходимой информации о характеристиках свойств объекта в более короткий срок, чем при нормальных условиях.

[ГОСТ 16504—81, статья 60]

ДА.13

совершенствование надежности (reliability improvement): Процесс, предпринятый с целью повышения надежности и направленный на устранение причин систематических отказов и/или уменьшения вероятности появления других отказов.

Примечания

1 Метод, описанный в настоящем стандарте, направлен на разработку корректирующих модификаций, обеспечивающих сокращение количества слабых мест системы и вероятности их появления.

2 Для любого объекта имеются пределы реального и экономического совершенствования и достижимого уровня повышения надежности.

[ГОСТ Р 51901.6—2005 (МЭК 61014:2003), пункт 3.2]

ДА.14

режим отказа (failure mode): Способ, которым система или компонент прекращают исполнять свою функцию, предусмотренную проектом.

Примечания

1 Режим отказа может быть охарактеризован частотой его проявления или вероятностью его появления для включения в показатели надежности компонента или системы.

2 Для исследования надежности системы в предназначенных условиях эксплуатации должны быть исследованы соответствующие режимы отказов, их причины, частоты или вероятности их проявления.

[ГОСТ Р 51901.6—2005 (МЭК 61014:2003), пункт 3.9]

Приложение ДБ
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов и стандартов, указанных в библиографии, национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам

Таблица ДБ.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
ИСО 14422:2006	—	*
BS 5760-2	—	*
МЭК 60050-191:1990	—	*
МЭК 60300-1	—	*
МЭК 60300-2	MOD	ГОСТ Р 51901.3—2007 (МЭК 60300-2:2004) «Менеджмент риска. Руководство по менеджменту надежности»
МЭК 60300-3-2	—	*
МЭК 60300-3-3	—	*
МЭК 60300-3-4	NEQ	ГОСТ Р 27.003—2011 «Надежность в технике. Управление надежностью. Руководство по заданию технических требований к надежности»
МЭК 60300-3-12	—	*
МЭК 60300-3-14	NEQ	ГОСТ Р 27.601—2011 «Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание и его обеспечение»
МЭК 60812	MOD NEQ	ГОСТ Р 51901.12—2007 (МЭК 60812:2006) «Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов» ГОСТ 27.310—95 «Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения» (Данный стандарт соответствует МЭК 60812: 1985, который заменен на МЭК 60812:2006).
МЭК 61025	NEQ	ГОСТ 27.302—2009 «Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей»
МЭК 61078	MOD	ГОСТ Р 51901.14—2007 (МЭК 61078:2006) «Менеджмент риска. Структурная схема надежности и булевы методы»
МЭК 61160	IDT	ГОСТ Р МЭК 61160—2006 «Менеджмент риска. Формальный анализ проекта» (Данный стандарт идентичен МЭК 61160:1992, который заменен на МЭК 61160:2005).
МЭК 61882	MOD	ГОСТ Р 51901.11—2005 (МЭК 61882:2001) «Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство»

Продолжение таблицы ДБ.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
МЭК 61508-3	IDT	ГОСТ Р МЭК 61508-3—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению»
МЭК 61511 (все части)	IDT IDT IDT	ГОСТ Р МЭК 61511-1—2011 «Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 1. Термины, определения и технические требования» ГОСТ Р МЭК 61511-2—2011 «Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 2. Руководство по применению МЭК 61511-1» ГОСТ Р МЭК 61511-3—2011 «Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 3. Руководство по определению требуемых уровней полноты безопасности»
ИСО 15663-1	—	*
ИСО 15663-2	—	*
ИСО 15663-3	—	*
ИСО 17776	IDT	ГОСТ Р ИСО 17776–2012 «Нефтяная и газовая промышленность морские добычные установки. Способы и методы идентификации опасностей и оценки риска. Основные положения»
MIL-STD-1629	—	*
DNV-RP-A203	—	*
EEMUA Изд. 191	—	*
EEMUA Изд. 201	—	*
API RP 581	—	*
API Изд. 770	—	*
МЭК 60300-3-6 (Данный стандарт заменен на МЭК 60300-2:2004 [4])	—	*
МЭК 61165	MOD	ГОСТ Р 51901.15—2005 (МЭК 61165:1995) «Менеджмент риска. Применение марковских методов» (Данный стандарт является модифицированным по отношению к МЭК 61165:1995, который заменен на МЭК 61165:2006).
ЕН 13306	—	*
МЭК 60300-3-9 (Данный стандарт заменен на ИСО/МЭК 31010:2009)	NEQ	ГОСТ Р 51901.1—2002 «Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем»

Окончание таблицы ДБ.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
ИСО 9000	IDT	ГОСТ ISO 9000—2011 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»
API RP 17N	—	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты;
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

Библиография

[1] BS 5760-2 Reliability of systems, equipment and components — Guide to the assessment of reliability

[2] МЭК 60050-191:1990 Международный электротехнический словарь. Глава 191: Надежность и качество услуг (IEC 60050-191:1990 International Electrotechnical Vocabulary, Chapter 191: Dependability and quality of service)

[3] МЭК 60300-1 Менеджмент надежности. Часть 1: Системы менеджмента надежности (IEC 60300-1 Dependability managment — Part 1: Dependability management systems)

[4] МЭК 60300-2 Управление общей надежностью. Часть 2: Руководящие указания по управлению общей надежностью (IEC 60300-2 Dependability management — Part 2: Guidelines for dependability management)

[5] МЭК 60300-3-2 Управление общей надежностью. Часть 3. Руководство по применению. Полевой сбор данных по общей надежности (IEC 60300-3-2 Dependability management — Part 3-2: Application guide — Collection of dependability data from the field)

[6] МЭК 60300-3-3 Менеджмент функциональной надежности. Часть 3-3. Руководство по применению. Исчисление затрат в течение жизненного цикла (IEC 60300-3-3 Dependability management — Part 3-3: Application guide — Life cycle costing)

[7] МЭК 60300-3-4 Управление общей надежностью. Часть 3-4. Руководство по применению. Руководство по установлению требований к общей надежности в технических условиях (IEC 60300-3-4 Dependability management — Part 3-4: Application guide — Guide to the specification of dependability requirements)

[8] МЭК 60300-3-12 Управление общей надежностью. Часть 3-12. Руководство по применению. Интегрированное логистическое обеспечение (IEC 60300-3-12 Dependability management — Part 3-12: Application guide — Integrated logistic support)

[9] МЭК 60300-3-14 Управление общей надежностью. Часть 3-14. Руководство по применению. Техническое обслуживание и его поддержка (IEC 60300-3-14 Dependability management — Part 3-14: Application guide — Maintenance and maintenance support)

[10] МЭК 60812 Техника анализа надежности систем. Метод анализа вида и последствий отказа (IEC 60812 Analysis techniques for system reliability — Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA))

[11] МЭК 61025 Анализ диагностического дерева неисправностей (IEC 61025 Fault tree analysis (FTA))

[12] МЭК 61078 Методы анализа общей надежности. Метод блок-схемы и булев метод (IEC 61078 Analysis techniques for dependability — Reliability block diagram and boolean methods)

[13] МЭК 61160 Анализ проекта (IEC 61160 Design review)

[14] МЭК 61882 Исследования опасности и работоспособности (HAZOP). Руководство по применению (IEC 61882 Hazard and operability studies (HAZOP Studies) — Application guide)

[15] МЭК 61508-3 Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению (IEC 61508-3 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 3: Software requirements)

[16] МЭК 61511 (все части) Безопасность функциональная. Системы безопасности, обеспечиваемые приборами для сектора обрабатывающей отрасли промышленности (IEC 61511 (all parts) Functional safety — Safety instrumented systems for the process industry sector)

[17] ИСО 15663-1 Нефтяная и газовая промышленность. Оценка стоимости жизненного цикла. Часть 1. Методология (ISO 15663-1 Petroleum and natural gas industries — Life cycle costing — Part 1: Methodology)

[18] ИСО 15663-2 Нефтяная и газовая промышленность. Оценка стоимости жизненного цикла. Часть 2. Руководство по применению методологии и методов расчета (ISO 15663-2 Petroleum and natural gas industries — Life-cycle costing — Part 2: Guidance on application of methodology and calculation methods)

[19] ИСО 15663-3 Нефтяная и газовая промышленность. Оценка стоимости жизненного цикла. Часть 3. Руководство по внедрению (ISO 15663-3 Petroleum and natural gas industries — Life-cycle costing — Part 3: Implementation guidelines)

[20] ИСО 17776 Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Руководящие указания по выбору методов и средств идентификации источника опасности и оценки риска (ISO 17776 Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment)

[21] MIL-STD-1629 Procedures for Performing a Failure Mode and Effect Analysis for Shipboard Equipment

[22] DNV-RP-A203 Qualification Procedures for New Technology

[23] EEMUA Publ. 191* Alarm Systems — A Guide to Design, Management and Procurement

[24] EEMUA Publ. 201 Process Plant Control Desks Utilising Human-Computer Interfaces — A Guide to Design, Operational and Human Interface Issues

[25] API RP 581 Base Resource Document — Risk-Based Inspection

[26] API Publ. 770 A Manager's Guide to Reducing Human Errors Improving Human Performance in the Process Industries, March 2001

[27] МЭК 60300-3 Менеджмент функциональной надежности. Часть 3. Руководство по применению (IEC 60300-3 Dependability management — Part 3 (all sections): Application guide)

[28] МЭК 61165 Применение методики Маркова для анализа общей надежности (IEC 61165 Application of Markov techniques)

[29] ЕН 13306 Терминология по обслуживанию (EN 13306 Maintenance terminology)

[30] МЭК 60300-3-9 Управление общей надежностью. Часть 3. Руководство по применению. Раздел 9. Анализ риска технологических систем (IEC 60300-3-9** Dependability management — Part 3-9: Application guide — Risk analysis of technological systems)

[31] ИСО 9000 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь (ISO 9000 Quality management systems — Fundamentals and vocabulary)

[32] API RP 17N Recommended practice — Subsea production system — Reliability and technical risk management; Sixth draft, 18/01/2007

* Доступны от Ассоциации пользователей технологического оборудования и материалов (EEMUA), 10—12 Ловат Лейн, Лондон, EC3R 8DN.

** Данный стандарт заменен на ISO/IEC 31010 (2009) «Risk management — Risk assessment techniques».

УДК 006.621:66.02 ОКС 75.180.01
75.200

Ключевые слова: нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность, обеспечение эффективности производства, программа обеспечения эффективности производства, методы анализа надежности

Редактор *Д.М. Кульчицкий*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *С.В. Смирнова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 26.03.2015. Подписано в печать 11.08.2015. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 7,70. Тираж 34 экз. Зак. 2722.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru