ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 60300-1— 2017

МЕНЕДЖМЕНТ РИСКА

Руководство по применению менеджмента надежности

(IEC 60300-1:2014, Dependability management — Part 1: Guidance for management and application, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АО«НИЦ КД») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 10 «Менеджмент риска»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 сентября 2017 г. № 1063-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 60300-1:2014 «Менеджмент надежности. Часть 1. Руководство по управлению и применению» (IEC 60300-1:2014 «Dependability management — Part 1: Guidance for management and application», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом ISO/TC 56.

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2017

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 1
4 Менеджмент надежности 4
5 Система менеджмента надежности 6
6 Применение менеджмента надежности 8
Приложение А (справочное) Мероприятия системы менеджмента надежности организации 15
Приложение В (справочное) Действия системы менеджмента надежности 17
Приложение С (справочное) Определение требований к техническому объекту 25
Приложение D (справочное) Структура стандартов в области надежности. 30
Приложение Е (справочное) Контрольный лист для анализа надежности. 32
Библиография 35

Введение

В настоящем стандарте приведены процессы менеджмента надежности организации, и установлена структура действий для достижения целевого уровня показателей надежности.

Надежность — это свойство объекта сохранять во времени способность функции в заданных режимах и условиях применения технического обслуживания, хранения и транспортирования. Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, ремонтопригодность и обеспеченность в заданных условиях использования техническим обслуживанием и ремонтом, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность сочетания этих свойств.

Надежность формирует у потребителя доверие к продукции и влияет на способность организации выполнять поставленные цели. Цели могут быть достигнуты путем эффективного планирования и выполнения действий в области надежности на всех этапах жизненного цикла объектов.

Надежность технического объекта, который разрабатывает и/или поставляет организация, в существенной степени влияет на восприятие пользователем этого объекта. Низкая надежность может не позволить организации достичь поставленных целей и привести к снижению ее репутации.

Менеджмент надежности обеспечивает системный подход к надежности и связанным аспектам менеджмента и бизнеса. Повышение надежности часто является результатом применения новых технологий и требует интеграции инноваций с существующими конфигурациями продукции. На достижение необходимых показателей надежности на всех этапах жизненного цикла могут влиять динамика рынка, состояние глобальной экономики и распределение ресурсов, изменение требований потребителей и наличие конкуренции. Стратегии обеспечения надежности должны учитывать ожидаемые изменения и быть жизнеспособными в условиях рынка. Менеджмент надежности направлен на удовлетворение потребностей заинтересованных сторон в оптимизации надежности, достижение целей организации в области надежности и возврат вложенных инвестиций.

Настоящий стандарт применим к техническим объектам, системам, процессам и услугам, которые обозначены в настоящем стандарте общим термином «технический объект». Настоящий стандарт может быть адаптирован и применен также в различных нетехнических областях. Внедрение стандарта может положительно повлиять на деятельность организации в области безопасности, экологии и других сферах деятельности. Воздействия в этих областях необходимо идентифицировать, анализировать и ими следует управлять.

Настоящий стандарт предназначен для специалистов, руководителей, собственников и потребителей организации, ответственных за обеспечение требований надежности и связанных с выполнением этих требований. Стандарт применим к организациям всех типов, размеров и форм собственности.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МЕНЕДЖМЕНТ РИСКА

Руководство по применению менеджмента надежности

Risk management. Guidance for application of dependability management

Дата введения — 2018—12—01

1 Область применения

В настоящем стандарте установлена структура менеджмента надежности и приведено руководство по менеджменту надежности продукции, систем, процессов или услуг, связанных с использованием аппаратных средств, программного обеспечения и человеческих ресурсов или их сочетаний. В настоящем стандарте приведено руководство по планированию и внедрению действий в области надежности и технических процессов на всех этапах жизненного цикла с учетом требований организации, например, связанных с безопасностью и экологией.

В стандарте приведены руководящие указания для технического персонала и руководства организации, направленные на оптимизацию работ в области надежности.

Настоящий стандарт не предназначен для целей сертификации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:
Ссылки отсутствуют[1)].

3 Термины, определения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Термины и определения

3.1.1 **готовность (технического объекта)**[2)] (availability (of an item)): Свойство объекта, заключающееся в его способности находиться в таком состоянии, в котором объект может функционировать в соответствии с установленными требованиями.

[[1], 191-41-23]

Примечание 1 — Готовность зависит от свойств безотказности, ремонтопригодности и восстанавливаемости технического объекта, и в некоторых случаях, от обеспечения технического обслуживания.

Примечание 2 — Готовность может быть определена количественно при использовании соответствующих показателей.

---

1) Содержание раздела приведено в соответствии с оригиналом.

2) Термин следует применять в соответствии с ГОСТ 27.002—2016 «Надежность в технике. Термины и определения».

3.1.2 **надежность**[1] **(технического объекта)** (dependability (of an item)): Свойство объекта функционировать в соответствии с установленными требованиями.

Примечание 1 — Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, ремонтопригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность. В некоторых случаях методы анализа надежности применять к показателям прочности, безопасности, защищенности.

Примечание 2 — Надежность является собирательным термином показателей качества объекта, зависящих от времени.

[[1], 191-41-22]

3.1.3 **свидетельство надежности** (dependability case): Аргументированные, объективные, прослеживаемые сведения о том, что определенная система удовлетворяет требованиям надежности.

3.1.4 **менеджмент надежности** (dependability management): Скоординированные действия по управлению организацией в области надежности.

Примечание 1 — Менеджмент надежности входит как составная часть в общий менеджмент организации.

3.1.5 **система менеджмента надежности** (dependability management system): Набор взаимосвязанных или взаимодействующих элементов организации, необходимых для установления политики и целей, определения и внедрения процессов, требуемых для достижения поставленных целей в области надежности.

Примечание 1 — Система менеджмента надежности обычно не изолирована, а входит как составная часть в общую систему менеджмента организации.

Примечание 2 — Элементы системы включают в себя структуру организации, распределение функций и ответственности, планирование, процедуры и процессы.

3.1.6 **план надежности** (dependability plan): Набор запланированных действий, необходимых для достижения целей в области надежности, в том числе технического объекта.

3.1.7 **программа надежности** (dependability programme): Скоординированный набор планов, которые содержат описание деятельности, направленной на экономически эффективное достижение целей и задач в области надежности, и способов обеспечения необходимыми ресурсами.

3.1.8 **(технический) объект**[1] (item): Предмет рассмотрения, на который распространяются требования в области надежности.

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

Примечание 2 — Объект может состоять из аппаратных средств, программного обеспечения, людей или любой их комбинации.

Примечание 3 — Технический объект часто состоит из элементов, которые можно рассматривать каждый по отдельности.

[[1], 191-41-01]

3.1.9 **жизненный цикл** (life cycle): Серия опознаваемых стадий, через которые проходит технический объект от концепции до распоряжения[2].

Пример — Типичный жизненный цикл системы состоит из концепции и определения; проектирования и разработки; конструирования, установки и ввода в эксплуатацию; эксплуатации и технического обслуживания; промежуточных модернизаций или увеличения срока службы; вывода из эксплуатации и распоряжения.

Примечание 1 — Перечисленные стадии жизненного цикла могут меняться в зависимости от особенностей применения.

[[1],191-41-09]

---

[1] Термин следует применять в соответствии с ГОСТ 27.002—2016 «Надежность в технике. Термины и определения».

[2] Стадии жизненного цикла приведены в ГОСТ Р 51901.3—2007 «Менеджмент риска. Руководство по менеджменту надежности».

3.1.10 **ремонтопригодность**[1] **(технического объекта)** (maintainability (of an item)): Свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению состояния, в котором объект готов выполнять требуемые функции в заданных условиях после отказа путем его технического обслуживания и ремонта.

Примечание 1 — Заданные условия могут включать такие аспекты, влияющие на ремонтопригодность, как местоположение средств технического обслуживания и ремонта, доступность, особенности процедур и ресурсов технического обслуживания и ремонта.

Примечание 2 — Ремонтопригодность может быть определена количественно, при использовании соответствующих показателей.

[[1],191-41-27]

3.1.11 **обеспеченность технического обслуживания** (maintenance support): Обеспеченность технического обслуживания и ремонта объекта необходимыми ресурсами.

Примечание 1 — Ресурсы включают человеческие ресурсы, вспомогательное оборудование, материалы и запчасти, подразделения технического обслуживания, документацию и информацию, и информационные системы технического обслуживания.

[[1],191-41-28]

3.1.12 **организация** (organization): Лицо или группа людей, связанные определенными отношениями, имеющие ответственность, полномочия и выполняющие свои функции для достижения их целей.

Примечание 1 — Понятие охватывает (но не ограничивается приведенными примерами): индивидуальных предпринимателей, компании, корпорации, фирмы, предприятия, органы власти, товарищества, ассоциации, благотворительные учреждения, а также их части или их объединения, являющиеся юридическим или физическим лицом, государственные или частные.

Примечание 2 — Если в организации существует более одной функционирующей единицы, то эта единица может быть определена как организация.

3.1.13 **безотказность**[1] **(технического объекта)** (reliability (of an item)): Свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение заданного времени или наработки в заданных режимах и условиях применения объекта.

Примечание 1 — Продолжительность временного интервала может быть выражена в единицах, соответствующих рассматриваемому объекту, например, в виде календарного времени, циклов функционирования, пройденного расстояния, и т. п., единицы измерений всегда должны быть четко установлены.

Примечание 2 — Заданные условия включают аспекты, которые влияют на безотказность, такие как: режим работы, уровни нагрузки, условия окружающей среды и наличие технического обслуживания.

Примечание 3 — Безотказность может быть определена количественно при использовании соответствующих показателей.

[[1], 191-41-24]

3.1.14 **требование** (requirement): Потребность или ожидание, которое установлено, обычно предполагается или является обязательным.

[ИСО 9000: 2005, пункт 3.1.2]

3.1.15 **заинтересованная сторона** (stakeholder): Лицо или организация, которые могут воздействовать на осуществление деятельности или принятие решения, быть подверженными их воздействию или воспринимать себя в качестве последних.

3.1.16 **обеспеченность (объекта техническим обслуживанием)** (supportability (of an item)): Способность поддерживать технический объект для обеспечения его требуемой готовности с определенными параметрами, логистикой и ресурсами технического обслуживания и ремонта.

Примечание 1 — Обеспеченность техническим обслуживанием является дополнением, присущим техническому объекту безотказности и ремонтопригодности с факторами, внешними по отношению к объекту, которые затрагивают относительное удобство обеспечения необходимого технического обслуживания и логистической поддержки.

[[1], 191-41-31]

---

[1] Термин следует применять в соответствии с ГОСТ 27.002—2016 «Надежность в технике. Термины и определения».

3.1.17 **система (в надежности)** (system (in dependability)): Набор взаимосвязанных элементов, рассматриваемых в определенном контексте как единое целое, которые вместе удовлетворяют установленным требованиям.

Примечание 1 — Для рассматриваемой системы должна быть установлена реальная или воображаемая граница, отделяющая ее от окружающей среды и других систем.

Примечание 2 — Для работы системы могут требоваться внешние ресурсы (лежащие вне границ системы).

Примечание 3 — Структура системы может быть иерархической, например, система, подсистема, компонент и т. д.

Примечание 4 — Условия использования и техническое обслуживание должны быть приведены или подразумеваться в требованиях.

[[1], 191-41-03]

3.1.18 **процесс адаптации** (tailoring (process)): Процесс подстройки, корректировки или изменения набора установленных процессов организации и действия, направленные на выполнение, удовлетворение или достижение соответствия требованиям, установленным в области надежности.

3.2 Сокращения

COTS — готовый коммерческий компонент;

FMEA — анализ видов и последствий отказов;

FRACAS — анализ отчета об отказах и система корректирующих действий;

FTA — анализ дерева неисправностей;

HSE — охрана труда, техника безопасности и защита окружающей среды;

MTBF — наработка между отказами;

HAZOP — исследование опасности и работоспособности;

RCM — техническое обслуживание, ориентированное на обеспечение безотказности.

4 Менеджмент надежности

4.1 Понимание надежности

Надежность — это способность технического объекта функционировать в соответствии с установленными требованиями в течение установленного времени[1)]. Надежность создает ценность, в которой технический объект сохраняет свои показатели функционирования в соответствии с требованиями и соответствует потребностям и ожиданиям потребителя.

Менеджмент надежности является ключевым элементом общих систем менеджмента организации, в особенности менеджмента активов, финансового менеджмента и менеджмента качества. Менеджмент надежности включает планирование и внедрение действий, процессов организации и связанных с ними средств и методов, направленных на достижение целевых значений работы показателей организации и продукции.

Надежность обычно повышается при систематическом сокращении частоты простоев, отказов продукции, задержек технического обслуживания и других нежелательных событий и уменьшении их воздействия. Повышения надежности достигают за счет выполнения таких действий, как улучшение конструкции, устранение первопричин отказов, упрощение сложных процессов, смягчение воздействия аномалий, повышение отказоустойчивости и пригодности использования конструкции, предупреждение возникновения отказов и ошибок, управление техническим обслуживанием, принятие обязательств по построению доверительных отношений с потребителями на всех стадиях жизненного цикла объекта. Важно проводить анализ надежности на ранних стадиях жизненного цикла, так как исправление конструкции с низкими показателями надежности часто на последующих стадиях жизненного цикла является более трудоемким и дорогостоящим.

[1)] Термин следует применять в соответствии с ГОСТ 27.002—2016 «Надежность в технике. Термины и определения».

На рисунке 1 показана взаимосвязь надежности с потребностями заинтересованных сторон и требованиями к техническому объекту. В зависимости от условий в круг заинтересованных сторон могут быть включены пользователи, владельцы, клиенты, государственные учреждения, предприятия и организации, ответственные за обеспечение установленных требований надежности.

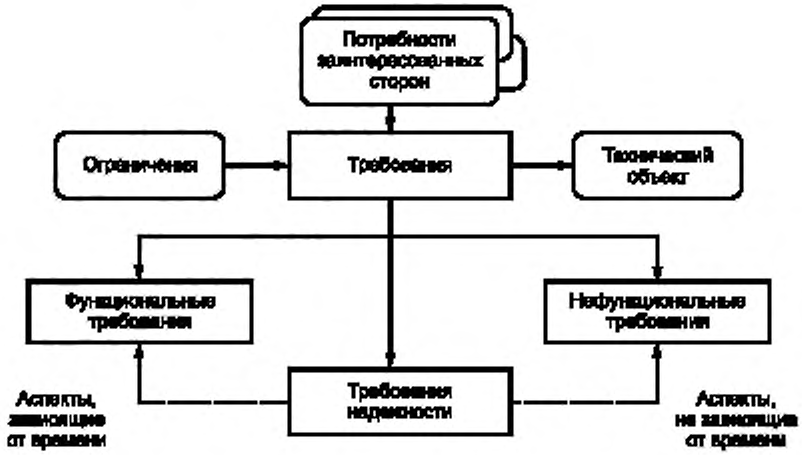


Рисунок 1 — Взаимосвязь надежности с потребностями заинтересованных сторон и требованиями к техническому объекту (продукции, системе, процессу или услуге)

Требования обычно определяют исходя из потребностей заинтересованных сторон и в соответствии с такими ограничениями, как условия использования, ресурсы и законодательные требования. Требования делят на функциональные требования, которые определяют действия технического объекта и нефункциональные требования, которые устанавливают дополнительные свойства. Примеры функциональных требований — пропускная способность и выходная мощность; примеры нефункциональных требований — безопасность, экологическая устойчивость и эффективность. Требования надежности, заданные через параметры, зависящие от времени, обеспечивают способность достигать установленных значений показателей и включают требования к безотказности, готовности, ремонтопригодности и обеспеченности техническим обслуживанием.

Функциональные и нефункциональные требования и требования надежности взаимосвязаны. Требования надежности могут существовать только, если существуют функциональные и/или нефункциональные требования, которые должны быть удовлетворены. При этом могут существовать противоречия и/или конкуренция между требованиями (такими как безопасность и производительность) и надежностью и, поэтому необходимы разумный баланс и корректировки. Могут также существовать ограничения, связанные со стоимостью, доступностью компонентов технического объекта или ресурсов, или установленные ограничения во времени, которые требует сбалансированности между функциональностью и надежностью.

Восприятие у заинтересованных сторон способности функционирования в соответствии с установленными требованиями может быть различным. У пользователей, поставщиков, операторов, рабочих и других лиц, взаимодействующих с техническим объектом, требования надежности могут накладываться друг на друга, при этом следует учитывать различные цели и ожидания использования. Это может привести к различиям в восприятии надежности, которые необходимо проанализировать при определении требований.

Надежность включает объективно измеряемые характеристики, такие как показатели безотказности, готовности и ремонтопригодности, и более субъективные суждения о доверии к функциям, необходимым особым заинтересованным сторонам. При установлении требований возможность определять достижение целей на основе данных измерений является фундаментальной.

Надежность включает способность соответствовать функциональным и нефункциональным требованиям в нормальных и ожидаемых условиях, а также способность адаптации к неожиданным изменениям требований, предположений и условий для восстановления после внешних отказов системы.

4.2 Преимущества применения менеджмента надежности

Менеджмент надежности позволяет получить такие преимущества как:

- способность соответствовать требованиям и целям заинтересованных сторон;
- достижение ожидаемого уровня предоставления услуг;
- поддержание производства или производственной мощности за счет повышения готовности;
- повышение безопасности в ситуации, когда потенциальные отрицательные последствия идентифицированы и распределены;
- снижение воздействий на окружающую среду в ситуации, когда потенциальные отрицательные последствия идентифицированы и распределены;
- увеличение ресурса, долговечности и сокращение затрат на всех стадиях жизненного цикла;
- повышение качества.

4.3 Проблемы менеджмента надежности

На всех этапах жизненного цикла технического объекта необходима ориентированность на надежность. Ранний анализ и внедрение соответствующих действий в области надежности обеспечивают достижение требований надежности.

Если вовлечено несколько организаций, то могут возникнуть осложнения, связанные с тем, что обеспечение надежности и модернизация происходят только на средних этапах жизненного цикла или надежность технического объекта находится под влиянием связанных и внешних систем.

Технические объекты часто интегрируют, чтобы работать с техническими объектами старого образца, которые находятся на различных стадиях жизненного цикла, с технологиями и методами конструирования предыдущего поколения. Менеджмент надежности требует обеспечения функциональной совместимости и надежности объединенных объектов при помощи требований к интерфейсам.

Система становится более сложной и может демонстрировать свойства «открытой системы», «системы систем» или «неограниченной или слабо ограниченной системы». Системой могут управлять различные стороны, которые имеют различные цели и могут находиться на различных стадиях жизненного цикла. Все это в сочетании с масштабом и сложностью системы может помешать заинтересованной стороне контролировать систему в целом, так что изменения являются менее прогнозируемыми и контролируемыми. По этой причине для заинтересованных сторон крайне важно понять и договориться о границах их обязанностей, а также установить свою ответственность. При планировании надежности необходимо учесть возможность основных отказов и изменений внутри и вне соответствующих границ.

5 Система менеджмента надежности

5.1 Краткий обзор

Основной целью системы менеджмента надежности является руководство и управление организацией в области надежности, с учетом взаимосвязи с другими дисциплинами, чтобы обеспечить эффективное и комплексное достижение целей. Политики и цели организации могут включать в себя политику и цели в области надежности, достижение которых приводит к созданию системы менеджмента надежности.

На рисунке 2 показана схема менеджмента надежности как части общей системы менеджмента организации. Система менеджмента надежности требует создания программы надежности, которая реализуется в планы и действия организации.



Рисунок 2 — Система менеджмента надежности

Система менеджмента надежности состоит из трех элементов:
- организационных мероприятий для внедрения политики и целей в области надежности;
- действий в области надежности, выполняемых в соответствии с программой надежности;
- мероприятий по анализу работы.

5.2 Организационные мероприятия

Установление организационных мероприятий ориентировано на создание структуры менеджмента, которая должна облегчить эффективное выполнение политики в области надежности. Менеджмент надежности должен быть интегрирован в другие системы менеджмента организации, чтобы обеспечить эффективное принятие решений и техническое руководство. В частности разработка надежности должна быть интегрирована в процессы проектирования и улучшения. В приложении А приведено описание интегрирования действий надежности в действия, стратегии и процессы организации для достижения долгосрочных и оперативных целей проекта.

Политика и цели надежности должны соответствовать стратегии и целям организации и соответствующих заинтересованных сторон с учетом технических перспектив и бизнеса. Действия по управлению надежностью должны учитывать условия работы организации, ее цели и стратегии их достижения, риски и возможности.

Для обеспечения эффективности системы менеджмента надежности не всегда необходимо функционирование сложной организационной инфраструктуры и системы отчетности. Действиями надежности может управлять отдельная организационная единица с выделенными или аналогичными функциями, или эти действия могут быть интегрированы в другие функциональные обязанности в соответствующих областях, или управление может включать сочетание двух предыдущих подходов. Сбалансированность структуры, обязанностей, процедур, действий, ресурсов и информации организации важна для обеспечения результативного и эффективного управления надежностью. Менеджмент надежности должен быть включен в действия по планированию, анализу, аудиту, верификации и валидации организации.

Если такие функции, как проектирование и разработка, обслуживание и логистическая поддержка переданы на аутсорсинг, то необходимо установить ответственность за аспекты надежности при аутсорсинге, проводить их мониторинг и управление.

Одной из проблем менеджмента надежности на различных этапах жизненного цикла является вовлечение в работу более одной организации. Определенные обязанности могут быть переданы от одной организации к другой на различных этапах жизненного цикла. Так как организационные стили и процедуры могут быть различными, то менеджмент надежности должен быть адаптирован к различным ситуациям.

Средства управления и мониторинга данных и информации о надежности должны быть установлены как часть системы управления информацией организации. Это должно обеспечить способность проникновения в суть проблемы, на основе исторических данных и записей, связанных с обеспечением надежности, и позволить определять состояние надежности и необходимость улучшения.

5.3 Действия менеджмента надежности

Эффективный менеджмент надежности помогает обеспечить соответствие требований надежности функциональным и нефункциональным требованиям.

Действия в области менеджмента надежности должны быть направлены на следующее:

- обеспечение лидерства со стороны руководства путем принятия обязательств, управления политикой и установления функций, обязанностей и полномочий;
- обеспечение оперативного планирования и управления для достижения целей в области надежности и управления риском;
- вовлечение заинтересованных сторон для идентификации требований и проблем надежности, обмена информацией о статусе программы надежности, разрешения конфликтов и принятие компромиссных решений, обеспечения и поддержки предпринимаемых действий;
- координирование различных функций организации, задействованных в области надежности с возложением ответственности за обеспечение надежности для координации менеджмента и технических действий;
- управление риском для задач и целей надежности;
- обеспечение и управление ресурсами, включая приобретение капитального оборудования, подготовку и прием персонала, аутсорсинг и заключение субподрядных договоров на работы по надежности;
- управление техническими действиями, необходимыми для достижения целей в области надежности на этапах жизненного цикла технического объекта;
- управление знаниями и информацией путем сбора и распространения соответствующих данных и знаний о надежности, включая разработку и поддержку базы данных о показателях надежности;
- обеспечение анализа работы с помощью мониторинга, анализа результатов измерений, аудита и обеспечения анализа со стороны руководства;
- обеспечение подтвержденного улучшения путем планирования и управления действиями по улучшению и анализу достигнутого прогресса.

Технические проблемы, связанные с надежностью, должны быть представлены руководству организации для анализа при установлении намерений, принятии решений и расстановке приоритетов.

5.4 Анализ действий в области надежности

Необходимо анализировать выполнение действий и процессов в области надежности с целью демонстрации соответствующим заинтересованным сторонам, что действия в области менеджмента надежности выполняются эффективно и достигаются установленные значения показателей надежности.

Организация должна установить показатели функционирования и цели системы менеджмента надежности и измерения при мониторинге, а также проводить анализ и улучшение деятельности в соответствии с этими показателями и целями.

Данные цели и показатели могут включать следующее:

- анализ выполнения и эффективности процессов, действий и процедур в области надежности;
- анализ выполнения стратегии и целей в области надежности организации;
- анализ пригодности целей, политики и программ в области надежности;
- оценку показателей надежности технических объектов;
- мониторинг выполнения мероприятий и обязанностей.

6 Применение менеджмента надежности

6.1 Адаптация программы надежности

Основные элементы программы надежности:

- планы надежности, которые определяют действия, методы и ресурсы, требуемые для достижения надежности технических объектов;

- методы измерений и оценки;
- обеспечение и анализ (см. рисунок 2).

Ответственные за надежность технического объекта должны адаптировать эти элементы для обеспечения достижения цели в области надежности в соответствии с особенностями ситуации или проекта. Адаптация может проводиться на всех стадиях жизненного цикла, но основные работы проводят на стадии проектирования и разработки. Адаптация действий обязательна не во всех случаях, например, при разработке аналогичной продукции.

Общая адаптация программы надежности включает следующее:

- идентификацию среды и области применения, включая стратегию и инфраструктуру организации;
- анализ обязательных требований или стандартов;
- идентификацию характеристик, связанных с техническим объектом, таких как особенности и функции технического объекта, история аналогичных объектов, цели конечного использования и среда ожидаемого применения;
- анализ целей и требований;
- определение специальных стадий или периодов жизненного цикла;
- оценку риска;
- выбор действий надежности для их применения к определенным стадиям и периодам жизненного цикла;
- выбор методов и технических действий, необходимых для достижения целей надежности;
- выбор методов измерений и определения оценок;
- определение возможностей и ресурсов, необходимых и реально доступных для внедрения;
- расстановку приоритетов и распределение ресурсов;
- планирование проведения анализа и гарантий;
- документацию, аргументирующую формальные решения по адаптации как части плана организации или проекта.

Если объем программы надежности требует наличия отдельных планов для отдельных функциональных областей, то действия в области надежности могут быть документированы в отдельных планах.

При адаптации критериев и руководящих принципов устанавливают:

- как действия в области надежности организации должны быть использованы при разработке процессов;
- какие обязательные и законодательные требования должны быть удовлетворены;
- какие варианты могут быть выбраны, а также критерии выбора этих вариантов;
- следует принимать решение о том, какие должны быть выполнены процедуры надежности.

Адаптация должна учитывать характеристики организации и задачи надежности, которыми необходимо управлять. В различных организациях подразделения надежности могут иметь различные формы от технического консультанта до многонационального конгломерата, требующего соответствующего менеджмента надежности с разнообразными дисциплинами, организациями и специализациями. Подходы менеджмента часто включают передачу технологий, привнесение знаний или консультирование экспертов по устранению пробелов в технической работе.

Адаптация действий в области надежности включает анализ технических и административных процессов организации с их ограничениями и воздействующими факторами, которые включают (но не ограничены приведенным перечнем) следующее:

- требования потребителей;
- обязательные требования;
- требования в области безопасности;
- цели поставок;
- допустимый бюджет;
- доступные ресурсы;
- технические возможности;
- воздействия на окружающую среду;
- новизна технологически сложных элементов;
- предоставление услуг.

Результатом действий по адаптации является создание основы действий, ресурсов и плана надежности для конкретного проекта. Глубина и детализация плана должны обеспечить определение изменения и стоимости достижения целей со стороны руководства. Специализированные планы, на-

ряду с другими планами, например, связанными с безопасностью, планированием, интеграцией, производством, функционированием и техническим обслуживания должны создать основу общего плана по выполнению проекта. Интеграция в общий план проекта может потребовать дальнейшей адаптации ограничений проекта, связанных с графиком работ и затратами. При этом может возникнуть необходимость сбалансировать прогнозируемую надежность продукции с графиком работ и затратами на проект.

Обеспечение гибкости путем адаптации должно быть согласовано с требованиями выполнения соответствующей последовательности действий в области надежности. Гибкость необходима при изменении условий или области применения, например изменении потребителей, затрат, графика работ, качества компромиссных решений, а также опыта персонала, вовлеченного в процесс. Адаптация критериев может включать использование стандартного процесса без адаптации или установление исключений из стандартного процесса.

6.2 Анализ целей и требований

Организация устанавливает требования для удовлетворения потребностей и целей заинтересованных сторон. Требования могут быть разделены на две взаимосвязанные группы (функциональные и нефункциональные требования), каждая из которых может включать требования в области надежности (см. рисунок 1). В приложении С показано, как могут быть установлены требования в области надежности.

Восприятие надежности различно у различных заинтересованных сторон, поэтому важно обеспечивать результативный обмен информацией и консультации между всеми заинтересованными сторонами для определения и оценки требований надежности.

Если существует договор между потребителем и поставщиком, то в нем должен быть установлен способ определения показателей надежности и критерии достижения целей надежности.

6.3 Менеджмент риска

Организация должна идентифицировать риск, соответствующий достижению требований, а также возможностей для улучшения показателей на основе анализа возможных отказов. Следует провести анализ риска для функциональных и нефункциональных целей надежности (риск, связанный с безопасностью, или экологический риск) и определить, какие требования следует урегулировать.

Несоответствие требованиям и целям может возникнуть в результате:

- отказов технического объекта, которые могут быть идентифицированы при работе с хронологическими данными при применении методов анализа риска и надежности, включая анализ первопричин отказов, FTA или FMEA;
- отказов в сопровождении технического объекта, например, технического обслуживания или средств технического обслуживания и ремонта;
- изменений в требованиях, предположениях и обстоятельствах вне системы надежности и иногда вне организации.

Если это возможно и экономически целесообразно, неблагоприятные последствия должны быть предотвращены или уменьшены. Необходимо обеспечить мониторинг внешних условий, способных в значительной степени повлиять на надежность, чтобы обеспечить раннее обнаружение опасных изменений. Требования к техническим объектам должны охватывать требования к риску, которые должны быть учтены при определении требований, действий и планов в области надежности.

6.4 Выполнение действий в области надежности на стадиях жизненного цикла

Действия в области надежности выполняют на различных стадиях жизненного цикла технического объекта[1)]. Эти действия обычно являются частью разработки процессов на каждой стадии жизненного цикла, даже при наложении различных стадий жизненного цикла. Переходы между стадиями жизненного цикла часто влекут за собой потребность в использовании различных технических ресурсов, разнообразных систем и вспомогательных критериев.

Действия, необходимые на каждой стадии жизненного цикла, могут отличаться. Действия в области надежности должны быть организованы и управляемы как часть проектирования, разработки или других программ, направленных на обеспечение максимальной эффективности.

[1)] Стадии жизненного цикла установлены в ГОСТ Р 51901.3—2007 «Менеджмент риска. Руководство по менеджменту надежности».

В приложении В приведены основные действия в области надежности на стадиях жизненного цикла; при этом необходимо понимать, что стадии жизненного цикла могут быть более простыми или более сложными в зависимости от конкретных условий.

6.5 Выбор методов надежности и технических действий

На практике существует широкий диапазон технических действий и методов для достижения целей в области менеджмента надежности, например, таких методов, как анализ и испытания на безотказность, менеджмент технического обслуживания и логистической поддержки, услуги по работе с клиентами, анализ отказов и система корректирующих действий. Методы надежности изменяют в зависимости от стадии жизненного цикла.

Например, на стадии проектирования и разработки могут быть применены такие методы, как HAZOP, FMEA или FTA. Эти методы помогают идентифицировать и предупреждать ошибки, отказы или нежеланные события прежде, чем они появятся.

На этапах изготовления и применения повышения безотказности можно достичь путем включения программы повышения надежности в общие действия по обеспечению надежности технического объекта, особенно при проектировании, в котором используют новые или непроверенные методы, компоненты или значимую часть программного обеспечения. В таком случае, программа со временем может помочь выявить слабые места, причины которых связаны с проектированием и разработкой. Повышения безотказности можно достичь путем получения данных о недостатках проектирования и разработки посредством испытаний и выполнения действий по устранению или минимизации воздействия этих недостатков. Для разработки запланированной кривой роста, на основе которой устанавливают реальные промежуточные цели в области надежности, могут быть использованы различные статистические модели. При этом продвижение к цели или выполнение требований можно проверить по результатам испытаний.

Анализ первопричины — еще один метод надежности, который включает процессы идентификации причины появления ошибок, отказов или нежелательных событий, наблюдаемых в процессе эксплуатации или испытаний, с целью предупреждения появления аналогичных или связанных отказов. При этом необходимо понимать, что для устранения отказов лучше всего устранять их основные причины или первопричины, а не корректировать очевидные проблемы. Анализ первопричины, как правило, применяют при появлении повторного отказа или отказа с существенными последствиями.

В приложении D представлена структура стандартов по надежности для поддержки менеджмента надежности и успешного применения методов надежности. Информация о стандартах в области надежности представлена на веб-сайте IEC/TC56.

6.6 Ресурсы

Для достижения надежности технического объекта необходимы следующие ресурсы:

- персонал, ответственный за надежность технического объекта, специальный или работающий по совместительству;
- экспертиза выполнения соответствующих технических действий и анализа;
- система управления информацией, такая как база данных, база знаний в области надежности (автономная или часть логистической системы);
- соответствующее программное обеспечение в области надежности.

Необходимые ресурсы могут варьироваться в зависимости от стадии жизненного цикла. Например, на стадии проектирования и разработки необходимо провести экспертизу надежности проекта и использовать методы анализа надежности, для применения которых часто необходимы программное обеспечение и данные о надежности. На стадии реализации может возникнуть необходимость в выделении ресурсов для проведения назначенных испытаний. При использовании технического объекта могут потребоваться ресурсы для сбора и оценки данных и выполнения действий по техническому обслуживанию и ремонту.

6.7 Измерение и оценка

Процесс измерений включает:

- идентификацию типа и целей измерений показателей надежности в соответствии с требованиями договора или эксплуатации или для установленных условий, таких как необходимость анализа продукции;

- определение соответствующих данных и особенностей источника данных измерений;
- использование эффективных систем обеспечения для процесса измерений, таких как размещение систем сбора данных, применение системы отчетов об отказах, внедрения анализа и корректирующих действий, применение анкетных опросов или других схем поддержки;
- интерпретацию результатов измерений для установления трендов показателей, идентификации критических проблем и рекомендации действий менеджмента с объяснениями и обоснованиями;
- документирование результатов измерений для регистрации записей, аудита качества и сохранения объективных свидетельств.

На разных стадиях жизненного цикла надежность оценивают различными способами, такими как:
- прогнозирование на стадии проектирования и разработки на основе вероятностной оценки и методов моделирования;
- определение оценок показателей на стадии реализации, например, по результатам ускоренных испытаний на безотказность и долговечность;
- измерение и анализ на стадии применения с помощью статистических и других методов.

Измеряемые характеристики надежности зависят от необходимости учета требований пользователей или организации и применения требований эксплуатации. Например, при транспортировке пользователь (пассажир) обеспокоен доступностью услуги (наличие места и соответствие расписанию), надежностью услуги (прибытие вовремя) и целостностью (соответствующее размещение и необходимое оборудование). Для организации надежность можно оценить с помощью показателей эффективности, например, удовлетворенности потребителя, безотказности предоставления услуги и стоимости технического обслуживания.

Характеристики надежности можно измерять качественно или количественно. Качественная оценка может быть определена с помощью описания или при помощи методов ранжирования.

Примеры качественных методов включают следующие.

- экспертная оценка с пояснениями относительно технического объекта и применения оценочной шкалы (например, 5-балльной). В некоторых случаях применяют взвешенные оценки для учета уровней важности до установления общей оценки. Объективная оценка может быть достигнута в результате сравнения оценок различных экспертов. Экспертную оценку на основе мнения одного эксперта необходимо рассматривать с осторожностью;
- оценка на основе общественного мнения, которую применяют в процессе индивидуальной оценки и при получении обоснований для конкретного технического объекта. Эти оценки собирают в базах данных, чтобы ранжировать показатели надежности технического объекта в сравнении с другими аналогичными техническими объектами. При этом методы ранжирования и смещения экспертных оценок должны быть определены до установления точности ранжирования.

Количественное значение показателей надежности определяют на основе наблюдаемых или оцененных данных. Характеристики надежности могут быть количественно оценены различными способами, например, мгновенные и эксплуатационные измерения показателей готовности и безотказности, полученные на основе прямых и косвенных измерений характеристик технического объекта в процессе испытаний, производства, изготовления или технического обслуживания. Например, показатели надежности могут быть определены с помощью измерений времени возникновения отказов, наработки до первого отказа, продолжительности периодов работоспособности и простоев или усилий по техническому обслуживанию.

Поскольку проверить высокую безотказность или готовность при помощи испытаний трудно (это занимает много времени) даже при применении ускоренных испытаний, то безотказность технического объекта можно проверить аналитическими методами. Если отсутствует возможность испытаний объекта в целом, то испытания могут быть проведены на уровне модулей и/или компонентов. Однако окончательное определение показателей надежности технического объекта обычно невыполнимо до начала эксплуатации объекта.

Показатели надежности технического объекта необходимо проверять, прогнозировать или измерять в условиях применения, таких как условия окружающей среды при применении технического объекта. Обычно применяют такие параметры условий окружающей среды, как условия хранения, температурный режим, влажность и солнечная нагрузка. Культурная, организационная или политическая среда, а также человеческий фактор могут также воздействовать на надежность объекта.

6.8 Обеспечение надежности

Обеспечение надежности — это процесс, который позволяет проверить соответствие технического объекта установленным требованиям и стандартам. Обеспечение надежности является основой для уверенности в том, что показатели надежности соответствуют заявленному уровню. Цель обеспечения надежности состоит в уверенности заинтересованных сторон в том, что надежность технического объекта может быть достигнута. Существуют общие подходы к обеспечению надежности технического объекта, которые служат различным целям и имеют различную степень технической обоснованности. На практике желательно использовать сочетание следующих трех подходов:

a) обеспечение надежности может быть продемонстрировано путем фактического применения в эксплуатации в соответствии с запланированным графиком работ. При этом могут быть применены демонстрационные или фактические показатели во время гарантийного или эксплуатационного периода;

b) обеспечение надежности подразумевает применение статистических методов к данным о надежности технического объекта;

c) представление свидетельств правильного выполнения необходимых действий и методов надежности.

Средства достижения прогрессивной уверенности в том, что требования надежности выполнены или будут выполнены на стадиях жизненного цикла объекта, должны быть основаны на объективных свидетельствах. Структура установления объективных свидетельств включает:

- обоснованное прослеживаемое свидетельство того, что технический объект удовлетворяет требованиям надежности;
- сводку свидетельств и аргументов того, что требования надежности достигнуты;
- последовательное обеспечение надежности на всех стадиях жизненного цикла технического объекта как часть анализа надежности.

Свидетельства надежности обеспечивают точку определения неопределенности и управление соответствующим риском. Таким образом, обеспечение надежности становится ключевым фактором действий на стадиях жизненного цикла, в процессе которых проводят планирование, проектирование, достижение, демонстрацию, поддержку и мониторинг показателей надежности в процессе эксплуатации.

Если применимо, то существующие системы мониторинга необходимо использовать для сбора информации, необходимой для действий и результатов по улучшению надежности.

Типичными примерами являются:

- система регистрации отказов, анализа и внедрения корректирующих действий (FRACAS);
- системы работы с клиентами и обеспечения обратной связи;
- системы технического обслуживания и логистической поддержки;
- системы отчетности об инцидентах и управления отказами;
- система мониторинга здоровья персонала;
- система менеджмента качества.

6.9 Анализ результатов и действий в области надежности

Результаты и действия в области надежности следует анализировать на всех стадиях жизненного цикла. Целью анализа надежности является обеспечение выполнения целей, связанных с техническими и бизнес-перспективами на всех этапах жизненного цикла. Анализ обеспечивает обратную связь относительно неполадок или отклонений в области надежности на стадиях жизненного цикла для их исправления и снижения на других стадиях, а также улучшение методов менеджмента надежности. В процессе анализа необходимо рассмотреть как действия, так и результаты, и установить план технических мероприятий для достижения поставленных целей и управления риском, например, для предупреждения распространения ошибок и несоответствующих конструктивных решений.

Анализ менеджмента надежности выполняют вместе с анализом других систем менеджмента с более широкой областью применения. Это необходимо, чтобы сосредоточить внимание на проблемах менеджмента надежности, таких как проблемы надежности, связанные со стратегиями, управлением, эксплуатацией или обслуживанием потребителей. Например, анализ менеджмента проекта должен быть расширен за счет включения в него анализа аспектов надежности.

Менеджеры по надежности должны участвовать в совещаниях по качеству, связанных с отказами, вносить свой вклад в решение проблем, связанных с аспектами надежности, а также заострять внимание руководства на проблемах надежности и обеспечить разработку, внедрение и контроль исполнения принятых мероприятий. Типовой контрольный лист анализа надежности приведен в приложении Е.

Контрольный лист представлен, чтобы помочь в проведении анализа надежности в основных точках принятия решений на всех стадиях жизненного цикла. Контрольный лист может быть использован поставщиком и потребителем для адаптации соответствия целей установленным требованиям.

Контрольный лист объединен с жизненным циклом, как указано в приложении В.

Анализ менеджмента надежности охватывает широкий диапазон действий на всех стадиях жизненного цикла технического объекта. Анализ, проводимый на различных уровнях менеджмента, может включать:

- анализ эксплуатации объекта для определения статуса в области обеспечения здоровья и функционального статуса организации, вспомогательного подразделения, завода-изготовителя или сервисной службы;
- анализ проекта для определения прогресса выполнения работ, выполнения графиков реализации проекта и этапов выполнения обязательств, доступности ресурсов, потребности в аутсорсинге, координации работ с поставщиками и идентификации проблем, требующих действий со стороны руководства;
- технический анализ для оценки применения новых технологий, разнообразия линейки продукции, решений по приобретению и графику внедрения новой продукции;
- анализ конструкции для анализа технической разработки достижений, оценки надежности, слабых мест конструкции для их улучшения, квалификации продукции, технологичности, функциональности конструкции, работоспособности в среде применения и требований к технической поддержке, а также окончательного одобрения конструкции до запуска объекта в производство;
- анализ применения компонентов для проверки условий эксплуатации компонентов и возможности серийного выпуска при помощи технических требований и результатов испытаний, а также проверки установленных требований процессов применения, ручной обработки и сборки;
- производственный анализ определения потребностей в ресурсах и графиков поставок, мощности и производительности производства, передачи работ на аутсорсинг и заключения субподрядных договоров, необходимых инструментов, проведения сборки, контроля материалов и испытаний;
- анализ риска для определения изменений риска и эффективности процесса менеджмента риска;
- анализ технического обслуживания для определения требований потребителей к техническому обслуживанию, запланированных и незапланированных действий по техническому обслуживанию, услуг, предоставляемых третьей стороной, необходимой логистической поддержки, оценки действий по инвентаризации и эффективности местоположения склада;
- анализ удовлетворенности потребителя для работы с проблемами пользователей и разработки стратегий улучшения;
- анализ поставщиков для установления качества поставок, обязательств по графику поставок, эффективности процесса закупок, возможности замены поставщика и эффективности менеджмента цепочек поставок;
- анализ качества для определения несоответствий, обеспечения эффективности и трендов качества, определения возможностей для улучшения и разработки рекомендаций для действий менеджмента;
- анализ верификации и валидации для обеспечения надлежащих процессов верификации и валидации;
- анализ реализации продукции для оценки поставок и/или приема продукции потребителем;
- анализ обязательных требований для определения корректной идентификации и выполнение применяемых правил и требований в области обеспечения здоровья, безопасности и экологии.

Компоненты такого анализа должны работать как целое. Каждый анализ, как правило, проводят на нескольких стадиях жизненного цикла или при выполнении действий. При этом обратная связь одного анализа может потребовать внесения изменений в действия, охватываемые другими видами анализа.

Все перечисленные виды анализа являются частью процесса обеспечения надежности. Обеспечение надежности помогает оценить и решить все критические вопросы. Записи, регистрируемые в процессе анализа, могут быть использованы в качестве объективных данных для поддержки процесса обеспечения надежности при более широком анализе надежности.

Приложение А
(справочное)

Мероприятия системы менеджмента надежности организации

А.1 Структура менеджмента надежности организации

Для эффективного достижения своих целей организации обычно создают структуры из нескольких подразделений с несколькими уровнями управления. Каждое из этих подразделений несет ответственность за управление определенными действиями (с назначенными ресурсами), для выполнения поставленных задач. Если цели не слишком просты и легки, то действия по их достижению обычно делят между несколькими подразделениями, чтобы обеспечить эффективность этих действий. При этом работу распределяют на основе таких факторов, как общий набор навыков персонала или требования к местоположению. У групп есть лидеры, управляющие действиями зачастую на нескольких уровнях менеджмента. Во многих организациях надежность является очень важным требованием, которому необходимо соответствовать, и организационная структура должна быть адаптирована к выполнению требований надежности.

Некоторые структуры организации для достижения определенных целей, таких как разработка продукции, конструирование существуют лишь в течение определенного периода времени. В других случаях подразделение организации может существовать в течение более продолжительного периода времени. В обоих случаях требования надежности должны быть адаптированы к структуре организации.

В организациях, где бизнес или технология стремительно развиваются, появляются новые организационные структуры. Типичными примерами являются новые партнерства для продвижения коммуникационных сетей, межрегиональные и национальные системы транспортировок и распределения, специализированные производственные услуги, предоставление которых осуществляется в рамках международного сотрудничества. Оборудование может быть установлено, перевезено и дублировано почти в любой стране, где могут быть установлены и поддерживаться человеческие ресурсы, безопасность и правовое поле. Некоторые вертикально интегрированные организации также вовлечены в матричное управление, при этом участвующие структуры организации могут сохранять экспертные навыки стратегического развертывания. Тогда соответствующие подразделения могут выходить за пределы стандартного менеджмента организации и могут, например, сотрудничать с представителями правительства, промышленности и академических учреждений, или может быть создана сложная система, в которой ни одна заинтересованная сторона не владеет информацией о системе в целом.

А.2 Организация действий в области надежности

Существуют различные возможные подходы к структурированию организации, позволяющие успешно достигнуть целей в области надежности. Так как общие требования — это сочетание функциональных, нефункциональных требований и требований надежности, которые требуют тесной координации действий, они должны осуществляться как интегрированная совокупность действий в пределах организации. В целом, действия в области надежности должны быть учтены в структуре организации согласно одному из приведенных общих сценариев.

- Действия в области надежности полностью интегрированы в структуру организации с ресурсами, включенными в организационную единицу, например, когда каждый работник несет ответственность за свои действия в области надежности. Часто одного или нескольких работников назначают в качестве помощников для таких действий.

- Действия в области надежности важны и занимают достаточно много времени, поэтому необходимо, чтобы одна или несколько единиц организации были сосредоточены на выполнении действий в области надежности, необходимых для проектирования и разработки, производства и ввода в эксплуатацию продукции основного подразделения. Эти подразделения должны продолжать функционировать в тесной координации с другими подразделениями.

- Для крупных организаций с многочисленными линейками продукции или большим количеством подразделений может быть достаточно создать главную структурную единицу для удовлетворения всех потребностей организации в эффективных действиях в области надежности. Это поможет устранить дублирование усилий и обеспечить непрерывность действий в области надежности, а так же позволит применять высокий уровень экспертизы. В некоторых случаях контролирующие органы в области надежности требуют наличия отдельной организации, специализирующейся на надежности, например, при одобрении типа в областях телекоммуникации, медицинского оборудования и космической промышленности.

- В рамках этих сценариев определенные действия могут быть переданы на аутсорсинг, поскольку эти действия могут быть узко специализированными или их продолжительность очень коротка.

Ключевые факторы, способствующие успешному достижению требований в области надежности, с организационной точки зрения включают следующее:

- определение единой совокупной ответственности за соответствие требованиям надежности и координацию разделения ответственности среди вовлеченных подразделений организации;

- поставка и предоставление возможности экспертизы и проверки ресурсов в области надежности для обеспечения деятельности;
- обеспечение руководства информацией, связанной с надежностью и относящимися к ней функциональными требованиями;
- координацию действий между внутренними и внешними группами, связанными с действиями в области надежности;
- интеграцию требований надежности в принятие решений и полное понимание компромиссов между функциональными требованиями и требованиями надежности, и факторов, связанных с проектом, таких как график выполнения работ и стоимость.

Приложение В
(справочное)

Действия системы менеджмента надежности

В.1 Действия в области надежности на стадиях жизненного цикла

Различные действия в области надежности необходимы при создании или приобретении, использовании или производстве, изменении или распоряжении техническим объектом. Эти стадии известны как стадии жизненного цикла технического объекта и формируют основу для действий в области надежности.

Для целей настоящего приложения использован общий жизненный цикл, который в целом может быть применим ко всем техническим объектам. Особенности применения связаны с графиком работ.

a) Концепция и определение

Стадия концепции и определения является начальной стадией визуализации технического объекта. На этой стадии может потребоваться идентифицировать рыночные или другие потребности, определить среду использования и график работ, человеческие аспекты, обязательные требования (такие как прослеживаемость, безопасность, среда, устойчивость, изъятие и вывоз отходов) и другие ограничения. Исходя из этого, могут быть определены и проанализированы функциональные и нефункциональные требования и предварительные требования надежности, а также идентифицированы технические требования исходя из особенностей выполняемого проекта или покупательских решений. На данной стадии должны быть идентифицированы потенциальные потребности в разумном сочетании требований, таких как требования безопасности и надежности. Для достижения высокого уровня надежности могут быть применены моделирование и вероятностные подходы, чтобы выбрать предварительную структуру, техническое обслуживание и политику обеспечения техническим обслуживанием, которые, с большой вероятностью, соответствуют обязательным требованиям и требованиям надежности. Оценка риска на стадии концепции и определения должна быть направлена на выполнимость концепции проекта и выбор технологий внедрения проекта. Выбор вариантов проекта должен быть основан на лучших практических инжиниринговых подходах для достижения требований и управления риском в рамках наложенных ограничений.

b) Проектирование и разработка

После проверки выполнимости начальной концепции наступает стадия проектирования и разработки. Целью этой стадии является планирование и выполнение выбранных инженерных решений для реализации функций технического объекта. Для этого необходимо приложить соответствующие усилия по проектированию и разработке, включая проектирование структуры системы, техническое моделирование, создание опытного образца и его испытание. Необходимо идентифицировать взаимосвязь между системой, подсистемой и элементами и проводить системную оценку интегрированных функций технического объекта и его взаимодействий с внешней средой, чтобы утвердить заключительную конфигурацию. Риск, связанный с выбранным проектом, необходимо оценить более подробно и определить необходимые действия по его обработке. Планирование обеспечения техническим обслуживанием, процедуры эксплуатации и вспомогательные процессы должны быть установлены до реализации технического объекта. На данной стадии могут быть применены моделирование и вероятностные методы прогнозирования показателей надежности, консолидации структуры, технического обслуживания и политики обеспечения техническим обслуживанием, выбранных на стадии концепции и определения, и проверки их соответствия обязательным требованиям и требованиям надежности.

c) Производство

На стадии производства необходимо внедрить решения об изготовлении и закупках для приобретения и/или производства заключительного технического объекта и его компонентов. Усилия по изготовлению связаны с такими действиями, как технологическая разработка, выбор инструментов и оборудования, производство, упаковка и определение источника поставки, и направлены на преобразование проекта в конкретный технический объект или компонент подсистемы. Изготовленные технические объекты или компоненты могут включать сочетания функций аппаратного и программного обеспечения. Стадия производства включает анализ и моделирование испытаний модулей и компонентов, а также сборку компонентов, интеграцию функций технического объекта, верификацию подсистем и установку технического объекта. Процедуры приемки должны быть установлены совместно с заказчиком в процессе испытаний, в фактических условиях эксплуатации до ввода технического объекта в эксплуатацию. Валидация должна быть частью испытаний для обеспечения объективных свидетельств соответствия установленным требованиям.

d) Эксплуатация и техническое обслуживание

На этой стадии технический объект вводят в эксплуатацию. При этом необходимо обеспечить его функциональную совместимость посредством технического обслуживания. Действия на данной стадии включают следующее: функционирование и поддержу технического объекта в соответствии с требованиями эксплуатации, обучение операторов и специалистов служб поддержки для обеспечения профессиональной компетентности, обеспечение взаимодействия с потребителем для технической поддержки, регистрацию записей о статусе функционирования технического объекта, отчетность об инцидентах, связанных с отказами для внедрения соответствующих коррек-

тирующих и предупреждающих действий. Необходимо выполнять мониторинг показателей технического объекта и регулярно проверять обеспечение выполнения целей в области надежности, обязательных требований и качество сервисных услуг. Сбор данных и выборочный анализ могут быть использованы для оценки надежности технического обслуживания. Оценка риска в процессе эксплуатации и технического обслуживания может быть связана с изменением условий.

e) Улучшение

Стадия улучшения необходима в том случае, если требуется улучшить работу технического объекта с помощью дополнительных функций в соответствии с растущими требованиями потребителей, увеличить жизненный цикл или эксплуатационный ресурс. Действия по процессу могут включать модернизацию или дополнение аппаратных средств и/или программного обеспечения, улучшение и упрощение процедур технического обслуживания, повышение эффективности или управление устареванием. На данной стадии соответствующее моделирование и вероятностные подходы могут быть использованы для оценки воздействия возможных изменений и выбора наилучшего решения. Оценка риска на стадии улучшения часто связана с оценкой эффективности инвестиций.

f) Распоряжение

Стадия распоряжения является завершением жизненного цикла технического объекта. После завершения использования технического объекта он может быть демонтирован и повторно применен для другого использования, разобран для повторного использования материалов и компонентов, или, в некоторых случаях, оставлен без использования на месте (например, трубопровод). Эти способы должны быть рассмотрены на стадии концепции. Для сложных технических объектов может быть установлена стратегия вывода из эксплуатации, чтобы формализовать планирование и выполнение процесса вывода из эксплуатации в соответствии с законодательными и обязательными требованиями. Для других технических объектов могут быть установлены инструкции по их возврату, повторному использованию или распоряжению.

Действия в области надежности часто рассматривают в соответствии с жизненным циклом, как показано на рисунке В.1.

Варианты общих стадий жизненного цикла могут привести к более определенным стадиям жизненного цикла, таким как:

- продукция: концепция и определение, проектирование и разработка, производство и установка, эксплуатация и обслуживание, модернизация на средних стадиях жизненного цикла или увеличение ресурса, вывод из эксплуатации и распоряжение;
- оборудование: концепция и определение, проектирование и разработка, изготовление и ввод в эксплуатацию, функционирование и обслуживание, модернизация на средних стадиях жизненного цикла или увеличение ресурса, вывод из эксплуатации и распоряжение;
- аппаратные средства: концепция, проектирование, строительство и производство, установка/ввод в эксплуатацию, функционирование/обслуживание, модификация, распоряжение;
- программное обеспечение: концепция, разработка, применение, функционирование и обслуживание, улучшение, вывод из эксплуатации.

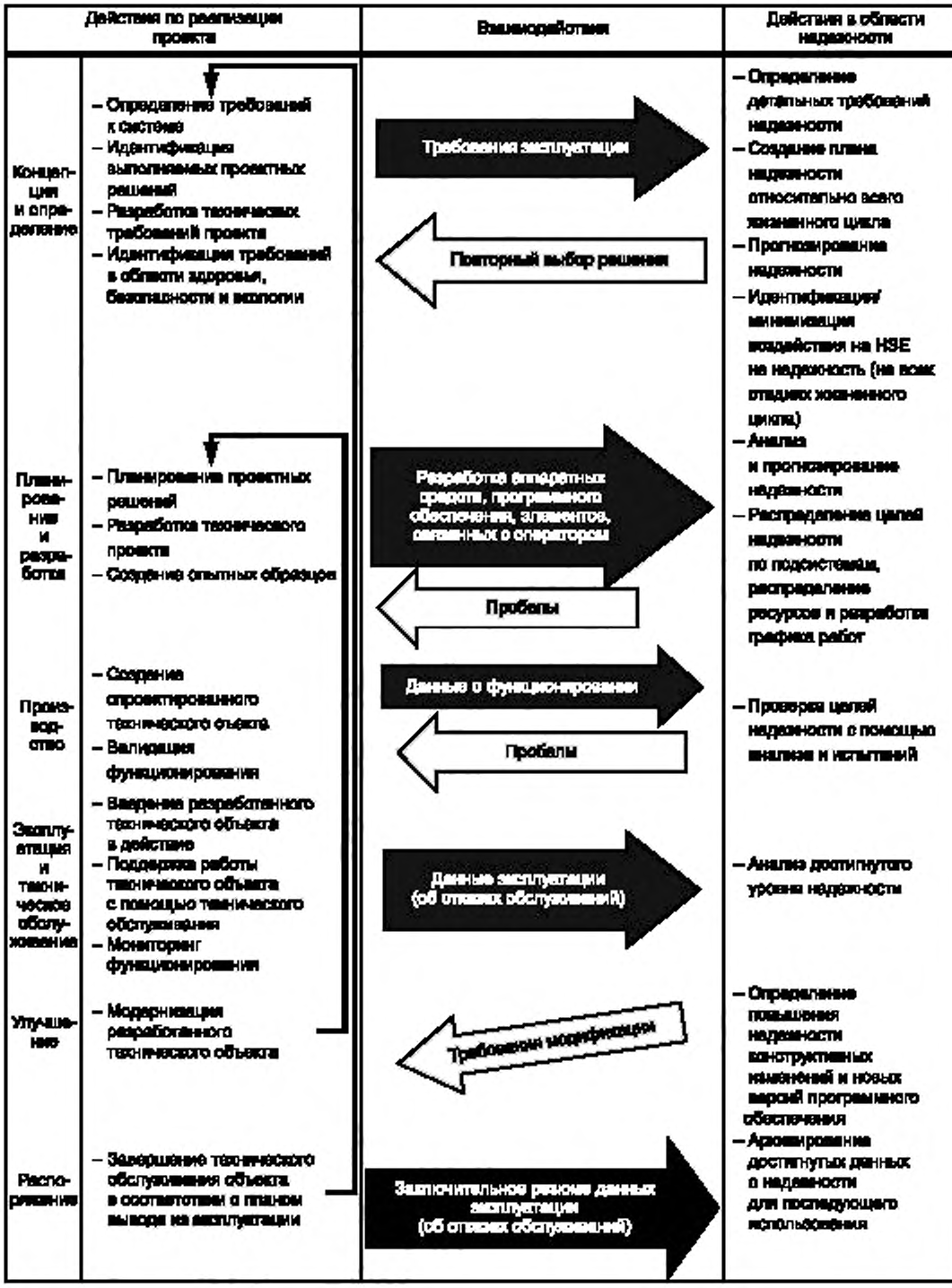


Рисунок В.1 — Действия в области надежности и жизненный цикл

В.2 Действия в области надежности на стадиях жизненного цикла

В следующих таблицах приведены типичные примеры деятельности, воздействующей на цели в области надежности, которые могут быть частью жизненного цикла. Этот перечень не является полным и должен быть изменен или адаптирован для соответствия установленным требованиям.

Таблица В.1 — Действия на стадии концепции и определения

Цели в области надежности	Стратегии в области надежности	Действия, воздействующие на надежность
1 Определение требований к техническому объекту	a. Идентификация потребностей рынка или других возможностей	Проведение опросов на рынке или научных исследований для определения потребностей потребителей/пользователей Идентификация обязательных требований, связанных с новыми инициативами Определение конкурентоспособных средств воздействия на ценность в области надежности Идентификация области применения рыночных или других потребностей и оценка риска новых инициатив Установление среды и области применения
	b. Установление политики в области надежности и стимулов для реализации	Определение графика введения венчурных инициатив и определение целей инноваций Разработка стратегических планов относительно новой тактики разработки и приобретения технического объекта Обоснование необходимых ресурсов, чтобы поддержать новые инициативы и осуществить комплекс программ Планирование целей достижения Установление критериев адаптации проекта Документирование заявлений о политике и миссии Определение инструментов, оборудования и процедур для разработки
2 Анализ требований эксплуатации технического объекта	a. Идентификация технических подходов и выполнимости реализации технического объекта	Проведение анализа требований Определение границ технического объекта, эксплуатационных функций и показателей производительности из набора требований эксплуатации Определение вероятностных оценок для установления выполнимости решений и определения предварительной структуры и Идентификация способности организации выполнить работу Идентификация риска Оценка компромиссов между желаемыми функциональными требованиями и требованиями в области надежности Определение потребностей в ресурсах и оценка плана их распределения для адаптации проекта Определение технических и качественных измерений, необходимых для управления проектированием и оценки надежности
	b. Идентификация возможных требований партнеров и поставщиков	Определение выполнимости цепи поставок и совместного венчурного сотрудничества Определение требований к привлечению внешних ресурсов

Окончание таблицы В.1

Цепи в области надежности	Стратегии в области надежности	Действия, воздействующие на надежность
3 Установка общих критериев проектирования	a. Идентификация подходящих логических вариантов конструкции проекта	Установление конфигурации технического объекта Распределение функций технического объекта Выбор способов проектирования, аппаратных средств и программного обеспечения для выполнения функций Принятие решений о выборе между собственным производством и приобретением функций технического объекта Формулировка методов выполнения требований к техническому объекту Установление средства подтверждения и внедрения функций технического объекта
	b. Установление требований проекта к оценке	Формализация процессов проектирования и выработки компромиссов Идентификация состава элементов аппаратных средств или программного обеспечения для каждой функции объекта Включение тестовых функций для верификации функционирования объекта Установление критериев воздействия человеческого фактора Установление критериев надежности Выполнение прогнозирования надежности Установление экологических критериев Установление эргономических требований к конструкции и критериев к интерфейсу объекта Установление критериев электромагнитной совместимости объекта Установление критериев в области защищенности техники безопасности и безопасности объекта Установление руководств по проектированию аппаратных средств Установление руководств по проектированию программного обеспечения Моделирование работы объекта на функциональном уровне для определения зоны появления отказов и стратегию восстановления объекта Проверка границ работы, устойчивости и функциональной совместимости объекта на соответствие требованиям к конструкции объекта Анализ и минимизация воздействий на здоровье людей, анализ требований техники безопасности, экологических требований и потенциального неблагоприятного воздействия на надежность
	c. Документирование требований к техническому объекту	Перевод требований в области надежности в требованиях к техническому объекту

Таблица В.2 — Действия на стадии проектирования и разработки

Цели в области надежности	Стратегии в области надежности	Действия, воздействующие на надежность
1 Проектирование и разработка технического объекта	a. Инициирование разработки проекта технического объекта	Установление программы надежности Установление программы обеспечения качества Установление плана управления конфигурацией и разработка процедуры управления изменениями Определение вероятностных оценок для оценки прогнозируемых значений показателей надежности Определение требований к оценке риска Установление плана испытаний и критериев приемки технического объекта Установление мониторинга технического объекта, диагностических схем, отчетности об инцидентах и системы управления данными Установление программы надежности поставщиков Анализ и минимизация воздействий на здоровье людей, анализ требований техники безопасности, экологических требований и потенциального неблагоприятного воздействия на надежность
	b. Начало полномасштабной разработки технического объекта	Формализация и документирование требований надежности для системы, подсистем и функций Внедрение плана адаптации проекта Определение вероятностных оценок для проверки возможности достижения соответствия целям надежности Разработка диагностических программ и программного обеспечения Установление критериев приемки надежности и программ повышения надежности Установление программ технического обслуживания и логистической поддержки Проведение оценки риска Мониторинг и сотрудничество по работам, переданным на аутсорсинг или по контрактам Разработка программы обеспечения запчастями Определение гарантийных условий Установление программы обучения

Таблица В.3 — Действия на стадии производства

Цели в области надежности	Стратегии в области надежности	Действия, воздействующие на надежность
1 Производство технического объекта или модуля	a. Начало изготовления или приобретение аппаратных средств, сбора и проверки функций	Внедрение программы надежности технического объекта Внедрение программы обеспечения качества Внедрение отчета по отказам, анализу, сбору данных и системе обратной связи Установление плана управления конфигурацией и процедур управления изменениями Установление планов испытаний и критериев приемки технического объекта Установление мониторинга и диагностических схем технического объекта, отчетности об инцидентах и системы управления данными Внедрение программы надежности поставщиков

Окончание таблицы В.3

Цели в области надежности	Стратегии в области надежности	Действия, воздействующие на надежность
	b. Начало функционирования программного модуля и разработки технического объекта	Внедрение программы обеспечения безотказности программного обеспечения Внедрение программ тестирования и диагностики программного обеспечения Внедрение плана квалификации и оценки модуля программного обеспечения
2 Изготовление технического объекта	a. Интеграция технического объекта	Выполнение плана интеграции Координации программ по аутсорсингу и поддержке Внедрение плана управления конфигурацией и процедур управления изменениями Подготовка и проведение анализа ииспытаний компонентов и модулей Подготовка планов выполнения анализа приемочных испытаний технического объекта Выполнение требуемых изменений повышения безотказности Подготовка плана приемки технического объекта Подготовка плана и процедур верификации и валидации
	b. Верификация/валидация технического объекта	Внедрение плана верификации/валидации Документирование результатов испытаний по верификации/валидации Анализ отказов и разработка рекомендаций относительно предупреждающих и корректирующих действий для улучшения
	c. Установка и приемка технического объекта	Выполнение плана установки Документирование записей и процедур по установке Выполнение приемки технического объекта и разработка отчетности о приемке Внедрение гарантийных схем, если применимо Установление разделенной обеспеченности объекта техническим обслуживанием и отчетности о технической поддержке потребителей Подписание потребителем акта приемки технического объекта для начала официальной эксплуатации объекта и полномасштабного ввода в эксплуатацию Решение гарантийных вопросов с потребителями Анализ и минимизация воздействий на здоровье людей, анализ требований техники безопасности и экологических требований и потенциального неблагоприятного воздействия на надежность Для потребительских товаров, запуск в массовое производство, распределение и продажа

Таблица В.4 — Действия на стадии эксплуатации и технического обслуживания

Цели в области надежности	Стратегии в области надежности	Действия, воздействующие на надежность
1 Эксплуатация и техническое обслуживание объекта	a. Внедрение стратегии эксплуатации объекта	Мониторинг показателей технического объекта Внедрение программы повышения безотказности Внедрение системы сбора данных эксплуатации для получения информации о надежности объекта Проведение обследования потребителей Анализ и минимизация воздействий на здоровье людей, анализ требований техники безопасности и экологических требований и потенциального неблагоприятного воздействия на надежность
	b. Внедрение стратегии обеспеченности объекта техническим обслуживанием	Предоставление услуги работы с потребителями Мониторинг воздействия технического обслуживания на технический объект Анализ трендов отказов и записей технического обслуживания Рекомендации изменений проекта и процедур постоянного улучшения Определение качества услуг по техническому обслуживанию и обеспечение их ценности для потребителей

Таблица В.5 — Действия на стадии улучшения

Цели в области надежности	Стратегии в области надежности	Действия, воздействующие на надежность
1 Улучшение технического объекта	a. Внедрение стратегии улучшения технического объекта	Идентификация новых особенностей и требований для улучшения Оценка потребностей в изменении и результирующих преимуществ Проведение оценки риска и стоимостной оценки Анализ воздействий на здоровье людей, анализ требований техники безопасности и экологических требований Внедрение улучшений Оценка воздействий на функционирование, связанных с надежностью, например, на стабильность и обеспеченность объекта техническим обслуживанием, вследствие изменений добавления новых функций Проведение обзора удовлетворенности потребителей как реакции на изменения

Таблица В.6 — Действия на стадии распоряжения

Цели в области надежности	Стратегии в области надежности	Действия, воздействующие на надежность
1 Вывод технического объекта из эксплуатации	a. Внедрение стратегии вывода объекта из эксплуатации	Выполнение плана вывода объекта из эксплуатации Повторное использование компонентов, данных и материалов технического объекта Обеспечение выполнения требований по охране здоровья людей, требований техники безопасности и экологических требований Внедрение переработки отходов при утилизации технического объекта Уведомление потребителей о завершении технического обслуживания Предоставление информации о новом или альтернативном предоставлении услуг Проведение опроса об удовлетворенности потребителя после завершения технического обслуживания

Приложение С
(справочное)

Определение требований к техническому объекту

С.1 Требования к применению объекта

Требования надежности вместе с функциональными и нефункциональными требованиями определяют требования к эксплуатации технического объекта.

Требования надежности являются неотъемлемой частью общих требований и связаны с тем, как функциональные и нефункциональные требования могут быть достигнуты в соответствии с графиком работ. При этом термин «время» часто используют для множества измерений, таких как календарное время, время эксплуатации, время срабатывания, число включений и количество циклов работы.

Существует широкий диапазон способов установления требований эксплуатации для применения объекта.

Требования могут быть определены путем идентификации потребностей заинтересованных сторон с учетом таких аспектов, как:

- знание об аналогичных технических объектах и эксплуатационных характеристиках;
- данные о соответствующих технологиях и ограничениях в применении объекта;
- информация об условиях эксплуатации и сценариях использования;
- данные об установленных стандартах и соответствующих технических условиях;
- данные об опыте и жалобах потребителей.

При разработке требований надежности необходимо учитывать такие аспекты, как:

- ожидаемая продолжительность непрерывной эксплуатации;
- максимально допустимая интенсивность отказов в процессе эксплуатации;
- время до первого отказа или до предельного состояния;
- минимальная ожидаемая готовность/эффективность технического объекта;
- требуемая ремонтопригодность;
- возможности и готовность технического обслуживания и потребности обеспечения технического обслуживания;
- ожидаемый общий ресурс технического объекта;
- требования техники безопасности;
- стоимостные ограничения.

Требования могут быть получены из этого набора входных данных и переведены в технические требования, которые будут включать качественные или количественные требования к ожидаемому функционированию объекта.

Показатели и требования надежности очень тесно связаны и не должны рассматриваться как отдельные характеристики эксплуатации. Их адаптация и изменения могут быть необходимы для выработки единого решения. Например, установленный уровень выходной мощности может потребовать более коротких интервалов технического обслуживания, которые могут быть неприемлемы с точки зрения эксплуатации. Стоимостные ограничения воздействуют и на функционирование, и на требования надежности. Следующие два примера служат для иллюстрации того, как показатели и требования надежности могут быть определены для двух сценариев и методов, которые используют в качестве части программы надежности технического объекта. В первом случае, требования определены и поставщиком, и потребителем, а во втором случае, требования определены главным образом поставщиком на основе его понимания ожиданий потребителя без входных данных потребителей.

С.2 Примеры требований эксплуатации, включающие требования надежности

С.2.1 Требования, определенные поставщиком и пользователем

Во многих отраслях промышленности и других прикладных сферах требования эксплуатации обычно определяют и поставщик, и пользователь. Примером, представленным ниже, является вариант насоса для обслуживания нефтяных трубопроводов. По этим трубопроводам транспортируют сырую нефть, из которой удалены определенные газы и более легкие жидкости, но которая все еще содержит некоторые загрязнители. Полная функция насоса должна обеспечить надежную перекачку с минимальным воздействием на окружающую среду. Ограничения с точки зрения условий и среды эксплуатации — тропический климат с температурой окружающего воздуха около 40 °С и высокой влажностью. Требуемое техническое обслуживание определено на основе принципов менеджмента риска, таких как RCM, который включает задачи по предупредительному техническому обслуживанию и мониторингу состояния.

Основным функциональным требованием к насосу является обеспечение мощности потока, которую определяют по повышению давления в определенной точке потока с соответствующей результативностью. Средний рабочий диапазон составляет от 80 % до 120 % номинального расчетного расхода. Эти основные требования эксплуатации получены на основе требований эксплуатации насосного оборудования и его местоположения в си-

стеме трубопровода. Нефункциональные требования состоят из требований общей безопасности и экологических требований и должны помочь минимизировать возможные отрицательные воздействия на персонал и население.

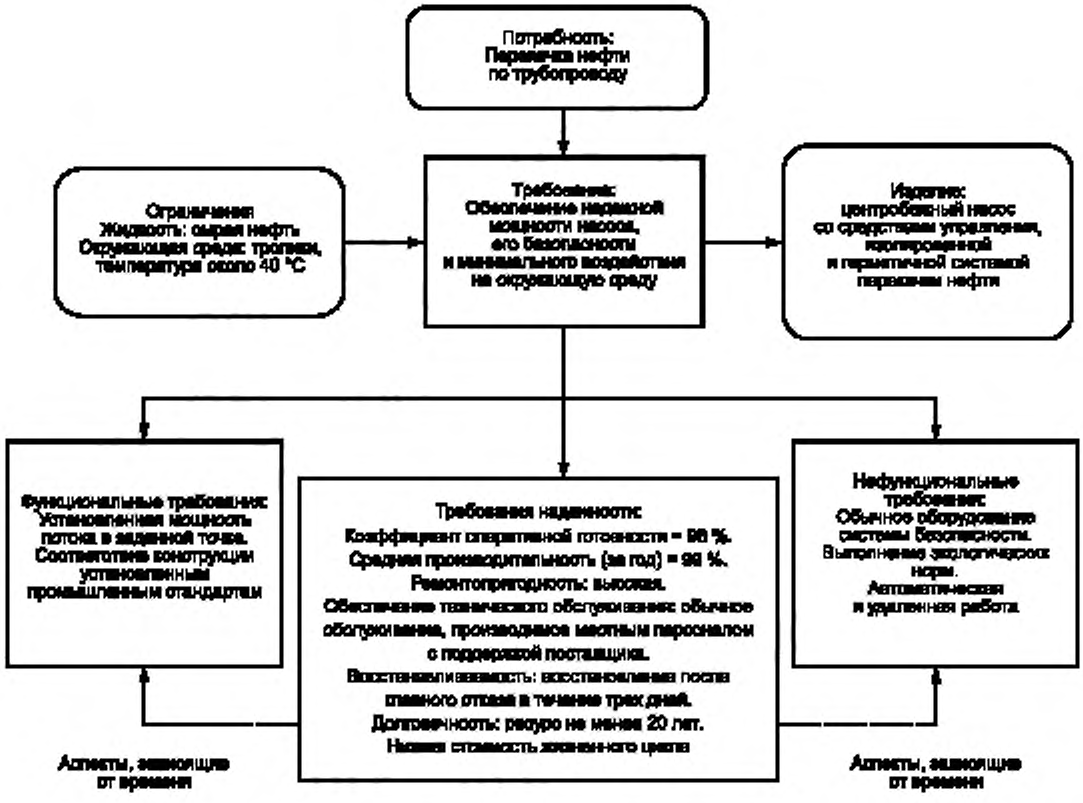
Насос имеет систему управления с программным обеспечением, которая поддерживается инструментальным и дистанционным управлением из централизованного подразделения. Для минимизации воздействия на окружающую среду, для механического уплотнения используют азотную буферную среду. Защита безопасности встроена в систему управления, которая включает мониторинг и защитные устройства на случай возгорания. Существует много стандартов по проектированию, включая стандарты на нефтяные насосы, системы герметизации и системы защиты машин. Проблемы безопасности рассмотрены в национальных и региональных стандартах и нормах.

В этом случае применимы все основные показатели надежности. Установлена цель на уровне 99 % производительности (средняя производительность системы представляет собой среднее арифметическое за один год от работы) между ежегодными периодами технического обслуживания. Для прогнозирования достижения данного уровня безотказности подготовлена структурная схема надежности, состоящая из основных блоков системы нефтяного насоса. Данные безотказности отдельных видов оборудования или блоков с использованием MTBF получены как из промышленных баз данных по безотказности, так и на основе оценок продавца. Информацию сравнивают с практическими результатами технического обслуживания аналогичного оборудования, уже находящегося в эксплуатации, для верификации и валидации.

Требования высокого уровня готовности системы вызваны особенностями трубопровода, при этом продолжительность простоя должна быть минимизирована с коэффициентом оперативной готовности 98 % за период времени, связанный с основным циклом технического обслуживания. Готовность за 5-летний период оценивают исходя из данных о безотказности и отчетов по техническому обслуживанию, включая данные о полном капитальном ремонте.

Дополнительные составляющие надежности — ремонтопригодность и долговечность. Для быстрого восстановления после отказа требуются высокий уровень ремонтопригодности и точное планирование обеспеченности техническим обслуживанием. Время простоя после общего отказа системы обычно занимает три дня, включая демонтаж насоса. Для обеспечения требуемой долговечности минимальный ресурс должен составлять 20 лет при меньшей стоимости жизненного цикла по сравнению с аналогичным оборудованием. Анализ стоимости жизненного цикла выполнен на основе стоимости покупки и установки, а также ожидаемых затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание, которые зависят от выбора приемлемого решения по техническому обслуживанию.

Соотношение между функциональными и нефункциональными требованиями и требованиями надежности показано на рисунке С.1.



Примечание — Данный пример приведен только для иллюстрации и разъяснения взаимосвязи требований к объекту.

Рисунок С.1 — Пример, показывающий соотношение между функциональными, нефункциональными требованиями и требованиями надежности для насоса нефтяного трубопровода

Процесс принятия решений по эксплуатационным требованиям для данного типа продукции и применения в значительной степени стандартизирован. Методы прогнозирования показателей безотказности и готовности для компонентов системы насоса могут быть использованы отдельными продавцами, но это не столь характерно для поставляемых систем. Обычно проводят оценку затрат на жизненный цикл, но иногда не включают все затраты жизненного цикла. Ресурс компонентов может быть оценен при помощи анализа Вейбулла. Затраты на предупредительное техническое обслуживание по сравнению с обслуживанием при возникновении отказа также могут быть оценены. Часто стоимость потерь в производстве из-за незапланированного отключения электричества намного больше, чем стоимость профилактического технического обслуживания. Пользователи, которые понимают требования надежности, обычно лучше способны управлять эксплуатацией и техническим обслуживанием.

С.2.2 Требования, определенные только поставщиком

Приобретение семейного автомобиля является процессом принятия общего решения. Стоимость владения и использования автомобиля являются основной целью, но другие требования эксплуатации тоже влияют на выбор транспортного средства. Существует довольно мало вариантов, доступных покупателю в пределах определенного диапазона цен, и окончательный выбор не всегда основан на рациональной оценке требований надежности и эксплуатации. Однако, за исключением некоторой гибкости, вследствие вариантов выбора, доступных потребителю, основные требования эксплуатации установлены для каждого транспортного средства.

Существуют определенные особенности автомобиля, представляющие потенциальные требования, которые важны для потребителя. Критерии отбора основаны на значении этих особенностей с точки зрения бюджета потребителя. Условия использования определены средой эксплуатации, такой как тип дорог, температура окружающей среды, возможность выпадения дождя или снега.

Желательные функциональные и нефункциональные особенности выбора включают:

- размер и вместимость, количество и тип пассажиров и другие требования к перевозкам;
- экономия топлива;
- легкость управления и парковки;
- обеспечение безопасности, например, ударопрочность;
- качество конструкции;
- начальная стоимость покупки;
- действия и затраты на техническое обслуживание;
- дополнительные функции.

Желательные аспекты надежности — это, главным образом, безотказность, ремонтопригодность и обеспеченность техническим обслуживанием. Готовность обычно не вызывает сильного беспокойства, если услуги по обеспечению технического обслуживания предоставляют недалеко от места нахождения потребителя. Долговечность может быть очень важной характеристикой, если целью приобретения транспортного средства является его эксплуатация в течение продолжительного времени. Результирующие требования надежности для выбора автомобиля включают:

- безотказность;
- ремонтопригодность;
- обеспеченность техническим обслуживанием;
- местоположение и доступность услуг по обеспечению технического обслуживания;
- долговечность.

Эти особенности представляют набор требований эксплуатации для автомобиля при рассмотрении потребителем. Существует взаимосвязь между требованиями эксплуатации и требованиями надежности, например, ремонтопригодность влияет на стоимость обслуживания, а качество изготовления связано с долговечностью. Существуют конкурирующие между собой требования, выполнение которых требует сбалансированного подхода и выработки компромисса. Например, поскольку требования к качеству конструкции, безотказности и безопасности связаны между собой, они находятся в противоречии с требованием низкой начальной стоимости автомобиля.

Цель состоит в расстановке приоритетов важности определенных требований, которая может быть выполнена с помощью матрицы принятия решений.

В данном примере потребитель сталкивается с рядом вариантов, которые в разной степени удовлетворяют требованиям эксплуатации, но ни один из них не удовлетворяет всем требованиям одновременно. Одним из методов принятия решения потребителем может быть применение взвешенной оценки относительной важности его требований, а затем оценивают каждый вариант в соответствии с выбранными весовыми коэффициентами. Окончательный выбор — это выбор наиболее сбалансированного выполнения требований.

Несмотря на то, что отдельный потребитель не имеет прямого воздействия на требования эксплуатации, изготовители транспортных средств используют различные приемы, такие как опросы потребителей и разработку функций обеспечения качества для учета выбора потребителей относительно требований эксплуатации.

Графическое представление данного примера приведено на рисунке С.2.

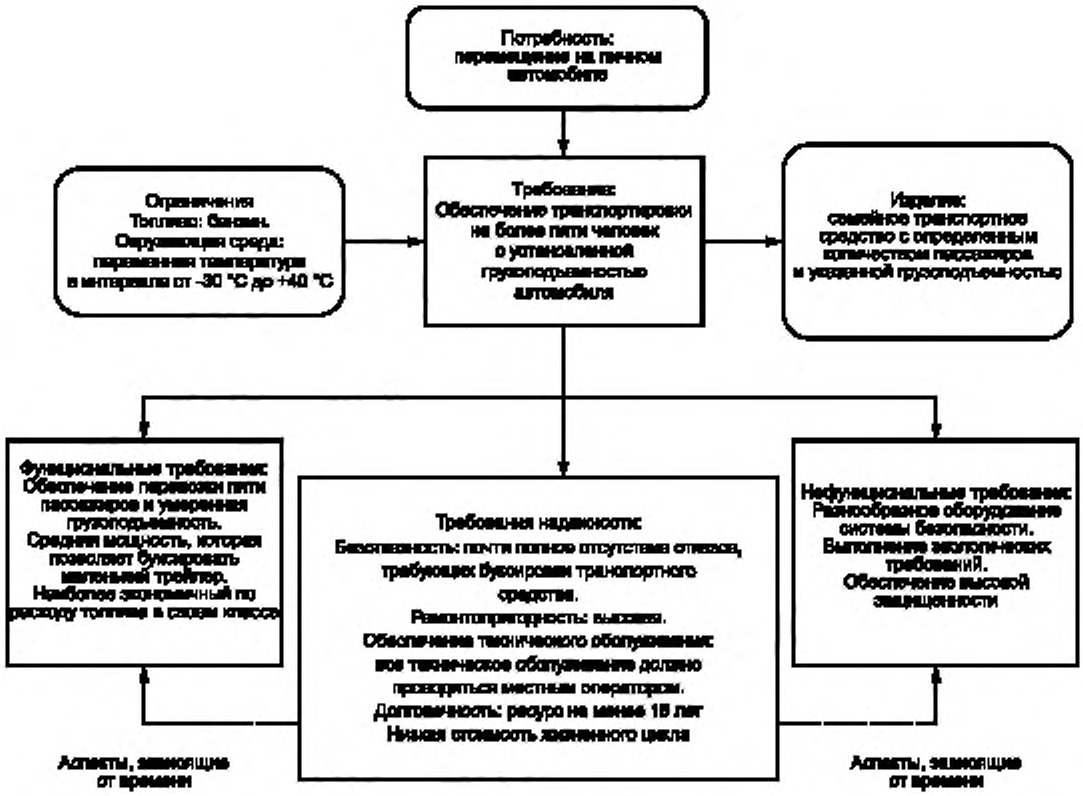


Рисунок С.2 — Пример, показывающий соотношение между функциональными и нефункциональными требованиями и требованиями надежности при выборе семейного автомобиля

Приложение D
(справочное)

Структура стандартов в области надежности

D.1 Структура

Структура стандартов IEC/TC 56 приведена на рисунке D.1.

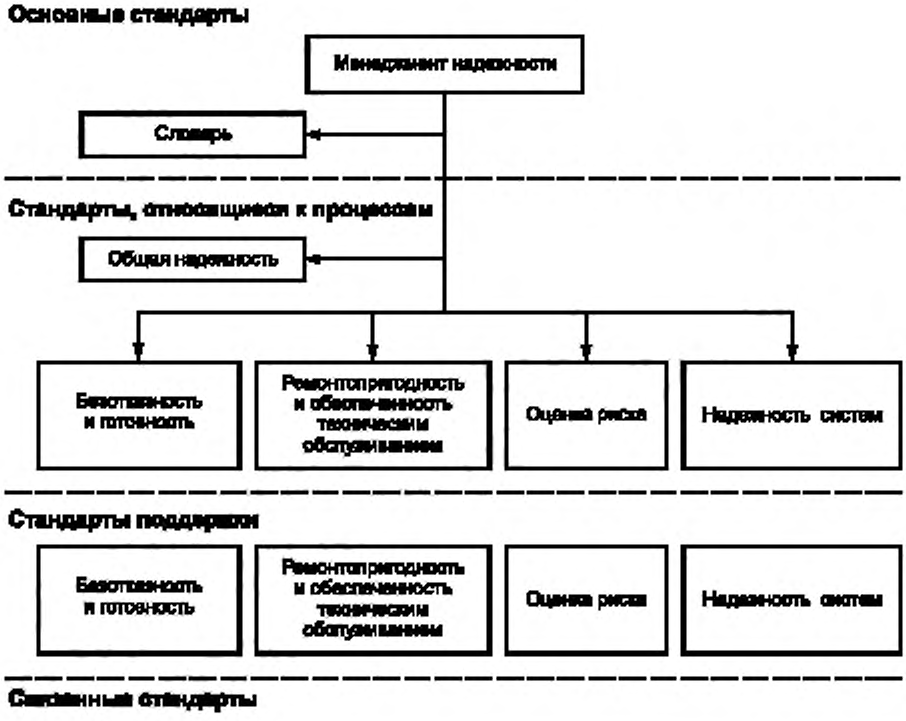


Рисунок D.1 — Структура стандартов в области надежности

Стандарты в области надежности структурированы по четырем уровням, что позволяет сделать применение надежности и реализацию проектов.

D.2 Основные стандарты

Основные стандарты дают представление о менеджменте надежности в целом и представляют стандартную структуру применения надежности. Для понимания менеджмента надежности в словаре проведены основные определения, относящиеся к надежности. Отдельные стандарты в области надежности могут содержать специальные термины и их определения, применимые, прежде всего, к конкретному стандарту.

D.3 Стандарты, относящиеся к процессам

Стандарты, относящиеся к процессам, направлены на применение процессов в основных аспектах надежности для обеспечения надежности проектов и достижения других целей организации.

Стандарты, относящиеся к процессам, носят общий характер, но связаны с показателями надежности, оценкой риска и аспектами надежности системы. Целью стандартов является помощь в применении методов и приемов надежности.

Общая надежность включает такие элементы, как расчет стоимости жизненного цикла и определение требований надежности.

D.4 Стандарты поддержки

Стандарты поддержки направлены в первую очередь на описание определенных методов и приемов классификации процесса.

Стандарты по безотказности и готовности устанавливают методы моделирования и анализа, статистические аналитические методы, методы испытаний на безотказность, разбраковки и повышения безотказности.

Стандарты по ремонтопригодности охватывают анализ ремонтопригодности, тестируемости и верификацию, в то время как стандарты по обеспечению технического обслуживания касаются аспектов, связанных с управлением техническим обслуживанием, ориентированным на безотказность, соглашениями о техническом обслуживании и общей логистической поддержкой.

Стандарты по оценке риска обеспечивают поддержку методов анализа риска, таких как FMEA и HAZOP, а также оценки риска проекта.

Системные аспекты состоят из руководства по разработке и установлению требований к надежности систем и сетей. Стандарты также распространяются на надежность программного обеспечения и обеспечение надежности человеческого фактора.

D.5 Связанные стандарты

Это стандарты, не разработанные IEC/TC 56, но они включены в перечень стандартов на веб-сайте IEC/TC 56 в справочных целях. Структура стандартов с перечнем стандартов в области надежности и руководства по выбору стандартов для внедрения надежности проекта, приведена на веб-сайте IEC/TC 56 [2].

Приложение Е
(справочное)

Контрольный лист для анализа надежности

Е.1 Вступление

Приведенные в данном приложении контрольные листы включают примеры вопросов, относящихся к надежности, которые могут быть необходимы для анализа со стороны руководства и обеспечения достижения целей в области надежности.

Контрольные листы должны быть адаптированы к конкретным условиям, с учетом распределения ответственности за выполнение действий в области надежности между руководством и работниками. Контрольные листы в данном примере являются обобщенными, на практике может потребоваться рассмотрение дополнительных критериев.

Е.2 Концепция и определение

Е.2.1 Определение требований

a) Установленные цели в области надежности соответствуют потребностям рынка и применению пользователями.

b) Идентифицированы область применения на рынке и стратегии новых инициатив, включая условия использования потребителем и условия эксплуатации на рынке, например, климатические условия.

c) Определены значения показателей надежности, способы воздействия на конкурентоспособность, стимулы и ограничения применения.

d) Идентифицированы график введения новой продукции и достижения целей.

e) Установлены критерии адаптации и идентифицированы применимые действия.

f) Информация о предложенной новой системе адекватна для начала анализа требований.

g) Входные данные, полученные от заинтересованных сторон, переведены в требования надежности и учтены для обеспечения соответствия конструкции этим требованиям.

h) Идентифицирован риск, который должен быть учтен при проектировании.

Е.2.2 Анализ требований

a) Анализ требований границ системы, рабочих функций, показателей функционирования и технологических ограничений проведен и определен.

b) Идентифицированы доступность ресурсов, техническая и функциональная совместимость и потребности в новых инвестициях.

c) Идентифицированы технические подходы и выполнимость реализации системы.

d) Идентифицированы потенциальные партнеры и требования поставщиков.

e) Результаты анализа требований и их объяснение могут стать обоснованием для инвестиций в ресурсы для начала разработки концепции новой системы.

f) Идентифицирован риск для различных вариантов конструкции и учтен при проектировании.

g) Идентифицированы требования в области охраны здоровья людей, обеспечения безопасности и экологические требования.

Е.2.3 Структура конструкции

a) Идентифицированы критерии конструкции, возможная конфигурация и варианты конструкции объекта.

b) Идентифицирован выбор технологий для проектирования функций технического объекта.

c) Прогнозируемые вероятностные оценки совместимы с целями в области надежности.

d) Установлены критерии принятия решений между «делать самим» и «приобрести на стороне».

e) Установлены средства верификации и интеграции функций технического объекта.

f) Установлены критерии функций аппаратных средств программного обеспечения.

g) Установлены экологические и эргономические критерии проекта.

h) Установлены критерии для оценки функций технического объекта.

i) Функциональная совместимость и ограничения на параметры системы верифицированы на соответствие требованиям к техническому объекту.

j) Требования надежности, установленные в спецификации на технический объект, включены в руководство по проектированию или в требования на закупку готовых компонентов.

k) Концепция нового объекта и варианты его конструкции идентифицированы и проверены на соответствие ограничениям, что является обоснованием начала разработки проекта технического объекта с документированными требованиями.

l) Проведена оценка риска, соответствующего различным вариантам выполнения проекта.

Е.3 Проектирование и разработка

Е.3.1 Проектирование технического объекта

a) Установлен план надежности для проектирования технического объекта и его компонентов.

b) Установлен план обеспечения качества и процесс управления конфигурацией технического объекта.

c) Прогнозируемые вероятностные оценки совместимы с целями в области надежности.

d) Установлены планы испытаний и критерии приемки, выполнено моделирование и проведены испытания.

e) Установлены мониторинг и контроль технического объекта, отчетность об инцидентах и система управления данными.

f) Применение компонентов проанализировано совместно с поставщиками.

g) Установлены программы надежности поставщиков.

h) Верифицирован проект технического объекта, установлены программы поддержки для полномасштабной разработки.

Е.3.2 Полномасштабная разработка системы

a) Внедрен процесс адаптации для различных вариантов и проектов разработки функций, установлена ответственность за каждую часть проекта, включая входные данные по надежности для процесса проектирования.

b) Выполнена верификация соответствия прогнозируемых вероятностных оценок целям в области надежности.

c) Разработаны планы верификации и валидации технического объекта.

d) Установлены критерии приемки в области надежности и программы улучшения безотказности.

e) Проект модифицирован и его безотказность оценена.

f) Выполнен пересмотр системы управления документацией.

g) Оценен риск достижения функциональных и нефункциональных целей и выполнения требований надежности, установлены планы обработки риска.

h) Установлены программы технического обслуживания и логистической поддержки технического объекта.

i) Установлены программы аутсорсинга.

j) Разработана программа обеспечения запчастями.

k) Установлены программы обучения.

l) Установлены гарантийные критерии для сервисной поддержки системы.

m) Технический объект полностью разработан и готов к внедрению на производстве.

n) Закончены и одобрены разработка спецификаций и блок-схем программного обеспечения.

o) Начата разработка функций программного модуля и подсистем.

p) Проведен анализ требований в области охраны здоровья людей, обеспечения безопасности и экологические требования, воздействие на надежность минимизировано.

Е.4 Производство

Е.4.1 Изготовление технического объекта

a) Начата сборка аппаратных средств и проверка функций.

b) Внедрены программы надежности поставщиков.

c) Внедрены планы верификации и валидации функций и подсистем технического объекта.

d) Внедрены отчетность об отказах и система сбора и анализа данных.

e) Разработаны программы обучения.

f) Технический объект разработан, сконструирован, изготовлен и готов к вводу в эксплуатацию.

Е.4.2 Ввод в эксплуатацию

a) Выполнен план интеграции системы.

b) Выполнены действия по обработке риска.

c) Выполнены планы верификации и валидации технического объекта.

d) Выполнена квалификация и планы приемки технического объекта.

e) Выполнен план установки технического объекта.

f) Выполнен план предоставления гарантии.

g) Начато выполнение программы обучения работе с системой и обслуживанию потребителей.

h) Внедрены и верифицированы необходимые изменения конструкции для полного выполнения требований надежности.

i) Технический объект готов к вводу в эксплуатацию.

Е.5 Эксплуатация и техническое обслуживание

a) Внедрены программы технического обслуживания и поддержки.

b) Выполнена повторная оценка риска для фактических условий.

c) Проводится мониторинг и контроль функционирования и технического обслуживания объекта.

d) Внедрены программы обучения операторов и специалистов по техническому обслуживанию объекта.

e) Внедрена система сбора данных эксплуатации.

f) Внесены изменения в проект и внедрены средства управления конфигурацией.

g) Выполнен анализ удовлетворенности потребителя.

h) Проведен анализ характеристик технического объекта для целей постоянного улучшения.

i) Технический объект продолжает соответствовать требованиям надежности при функционировании.

Е.6 Улучшение

a) Идентифицированы новые особенности технического объекта и потребности в его улучшении.

b) Проанализированы последствия опасных событий в особенности в области обеспечения здоровья людей, требований безопасности, экологических требований и идентифицированы необходимые улучшения.

c) Определены программы улучшения и период времени для проведения улучшения.

d) Принято решение о внедрении программы улучшения.

e) Проводится мониторинг удовлетворенности потребителя после внедрения программ улучшений для определения их воздействия.

Е.7 Распоряжение

a) Запланирована стратегия вывода из эксплуатации и распоряжения и начато ее выполнение.

b) Определено воздействие завершения сервисного обслуживания.

c) График и период времени для завершения сервисного обслуживания, предоставления новых или альтернативных услуг доведены до потребителей.

d) Проводится мониторинг анализа удовлетворенности потребителей после завершения проведения старого технического обслуживания и использования нового технического обслуживания.

e) Осуществляется передача необходимых данных.

Библиография

[1] IEC 60050-192—2014, *International Electrotechnical Vocabulary — Part 191: Dependability*

[2] IEC/TC 56 website, gost.e-ecolog.ru

УДК 658.562.012:006.354 ОКС 03.100.01 Т59

Ключевые слова: менеджмент риска, риск, надежность, менеджмент надежности, система менеджмента надежности, технический объект, готовность (технического объекта), план надежности, программа надежности

БЗ 9—2017/127

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.В. Смирнова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 13.09.2017. Подписано в печать 04.10.2017. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,18. Тираж 24 экз. Зак. 1731.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001 Москва, Гранатный пер., 4
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru