ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 27.102— 2021

Надежность в технике

НАДЕЖНОСТЬ ОБЪЕКТА

Термины и определения

(IEC 60050-192:2015, NEQ)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Закрытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (ЗАО «НИЦ КД»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 119 «Надежность в технике»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 октября 2021 г. № 1104-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений международного стандарта МЭК 60050-192:2015 «Международный электротехнический словарь. Часть 192. Надежность» (IEC 60050-192:2015 «International Electrotechnical Vocabulary — Part 192: Dependability», NEQ)

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

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

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 и определения 2
Алфавитный указатель терминов на русском языке 16
Алфавитный указатель эквивалентов терминов на английском языке 20
Приложение А (справочное) Пояснения к терминам, приведенным в настоящем стандарте 24

Введение

Установленные в настоящем стандарте термины расположены в систематизированном порядке, отражающем структуру понятий в области надежности объекта.

Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин.

Заключенная в круглые скобки часть термина может быть опущена при использовании термина в документах по стандартизации.

Наличие квадратных скобок в терминологической статье означает, что в нее включены два или более терминов, имеющих общие терминоэлементы.

Приведенные определения можно, при необходимости, изменять, вводя в них производные признаки, раскрывая значения используемых в них терминов, указывая объекты, входящие в объем определяемого понятия. Изменения не должны нарушать смысл понятий, определенных в настоящем стандарте.

В стандарте приведены эквиваленты стандартизованных терминов на английском языке.

В стандарте приведен алфавитный указатель терминов на русском языке, а также алфавитный указатель эквивалентов терминов на английском языке.

Стандартизованные термины набраны полужирным шрифтом, их краткие формы, представленные аббревиатурой, — светлым.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Надежность в технике

НАДЕЖНОСТЬ ОБЪЕКТА

Термины и определения

Dependability in technics. Dependability of item. Terms and definitions

Дата введения — 2022—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основные понятия, термины и определения, относящиеся к надежности объекта. Объектом могут быть аппаратные средства, программное обеспечение, сооружения или их комбинации. Объект может включать в себя персонал. Термины, относящиеся к надежности выполнения задания, приведены в ГОСТ Р 27.101.

Термины, установленные в настоящем стандарте, рекомендованы для применения во всех видах документации и литературы, входящих в сферу действия работ по стандартизации и (или) использующих результаты этих работ.

Применение терминов, представляющих собой синонимы стандартизованных терминов, не допускается.

Для отдельных стандартизованных терминов в стандарте приведены краткие формы, которые разрешается применять в случаях, исключающих возможность их толкования, отличного от приведенного в настоящем стандарте.

Положения настоящего стандарта рекомендованы к применению организациями Российской Федерации, министерствами, ведомствами и иными расположенными на территории Российской Федерации организациями независимо от форм собственности и подчиненности, имеющими отношение к разработке, производству, эксплуатации и ремонту технических объектов.

В приложении А приведены пояснения к терминам, приведенным в настоящем стандарте.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ Р 27.101—2021 Надежность в технике. Надежность выполнения задания и управление непрерывностью деятельности. Термины и определения

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

Издание официальное

3 Термины и определения

Термины, относящиеся к структуре стандарта

1 **объект:** Предмет рассмотрения, на который распространяется терминология в области надежности. item

Примечания

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

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

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

2 **элемент:** Объект, у которого отсутствуют (или в рамках данного исследования не рассматривают) составные части. element

3 **система:** Объект, представляющий собой множество взаимосвязанных элементов, рассматриваемых в определенном контексте как единое целое, отделенное от окружающей среды. system

Примечания

1 Для системы обычно определяют конкретную цель, например выполнение требуемых функций.

2 Для системы, как правило, установлена граница, отделяющая ее от окружающей среды и других систем. Если такая граница не установлена, систему называют открытой системой.

3 На работу системы может влиять окружающая среда. Для работы системы могут требоваться внешние ресурсы (не входящие в границы системы).

4 **подсистема:** Часть системы, представляющая собой систему. subsystem

Термины, относящиеся к понятию надежности

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

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

6 **безотказность:** Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения. reliability

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

Примечания

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

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

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

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

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

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

9 **восстанавливаемость:** Свойство объекта, заключающееся в его способности восстанавливаться после отказа без ремонта. recoverability

Примечания

1 Для восстановления могут требоваться или не требоваться внешние воздействия. Для случая, когда внешние воздействия не требуются, может использоваться термин «самовосстанавливаемость».

2 Восстанавливаемость не имеет непосредственного отношения к надежности объекта.

3 Восстанавливаемость, являясь свойством объекта, не характеризует его надежность. Объект, обладающий свойством восстанавливаемости, может иметь как высокую, так и низкую надежность, так же как и объект, не обладающий этим свойством.

10 **долговечность:** Свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. durability

11 **сохраняемость:** Свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в течение и после хранения и (или) транспортирования. storability

Термины, относящиеся к состоянию объекта

12 **исправное состояние (исправность):** Состояние объекта, в котором все параметры объекта соответствуют всем требованиям, установленным в документации на этот объект. perfect (flawless) state

Примечание — См. примечание 2 к пункту 15.

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

Примечание — См. примечание к пункту 15.

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

Примечания

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

2 См. примечание 2 к пункту 15.

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

Примечания

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

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

16 **состояние готовности (объекта):** Состояние неработающего работоспособного объекта, в котором объект может выполнять требуемые функции в заданных условиях применения при условии, что все необходимые внешние ресурсы обеспечены. — availability status (of item)

Примечания

1 Работоспособный объект не всегда находится в состоянии готовности (при отсутствии необходимых ресурсов).

2 Объект, находящийся в резерве, может в некоторых случаях подвергаться воздействию рабочих параметров резервируемого объекта.

17 **рабочее состояние:** Состояние объекта, в котором он выполняет хотя бы одну требуемую функцию. — operating state

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

18 **нерабочее состояние:** Состояние объекта, в котором он не выполняет ни одной из требуемых функций. — non-operating state

Примечание — Неработающий объект может находиться в любом из состояний, приведенных в пунктах 12—15.

19 **предельное состояние:** Состояние объекта, в котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно. — limiting state

Примечание — Недопустимость дальнейшей эксплуатации устанавливают на основе критериев предельного состояния объекта.

20 **критерий предельного состояния:** Признак или совокупность признаков, установленных в документации, появление которых свидетельствует о возникновении предельного состояния объекта. — limiting state criterion

Примечания

1 В зависимости от условий эксплуатации для одного и того же объекта могут быть установлены два и более критериев предельного состояния.

2 Предельное состояние может возникнуть как в результате внутренних процессов/причин, так и внешних воздействий на объект в процессе его функционирования.

21 **опасное состояние:** Состояние объекта, которому соответствует высокая вероятность или высокая значимость неблагоприятных последствий для людей, окружающей среды и материальных ценностей. hazardous state

Примечание — Опасное состояние может возникнуть как в результате отказа, так и в процессе работы объекта.

22 **техническое состояние:** Состояние объекта в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды, характеризующееся фактическими значениями параметров, установленных в документации. technical condition

23 **состояние резервирования**: Нерабочее состояние работоспособного объекта, находящегося в резерве, в течение заданного периода времени. standby state

Примечание — В некоторых случаях объект, находящийся в резерве, может подвергаться воздействию рабочих параметров резервируемого объекта.

Термины, относящиеся к временным понятиям

24 **наработка:** Продолжительность или объем работы объекта. operating time

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

25 **наработка до отказа:** Наработка объекта от начала его эксплуатации или от момента его восстановления до отказа. operating time to failure

Примечание — Частным случаем наработки до отказа является наработка до первого отказа — наработка объекта от начала его эксплуатации до первого отказа.

26 **наработка между отказами:** Наработка объекта между двумя следующими друг за другом отказами. operating time between failures

Примечание — Наработка между отказами применима только к восстанавливаемым объектам.

27 **ресурс:** Суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до момента достижения объектом предельного состояния. operating life

28 **остаточный ресурс:** Суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до момента достижения объектом предельного состояния. residual operating life

29 **срок службы:** Календарная продолжительность эксплуатации объекта от начала эксплуатации или ее возобновления после капитального ремонта до момента достижения объектом предельного состояния. useful life

30 **срок сохраняемости:** Календарная продолжительность хранения и/или транспортирования объекта, в течение которой значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции, остаются в пределах, установленных в документации. storing life

Примечание — По истечении срока сохраняемости объект должен соответствовать требованиям безотказности, долговечности и ремонтопригодности, установленным в документации.

31 **время (продолжительность) ремонта:** Время, затрачиваемое на выполнение ремонта объекта. repair time

Примечание — Время ремонта исключает время на технические и организационные простои, а также время на обеспечение материальными ресурсами. См. также ГОСТ Р 27.101—2021, статья 32.

32 **время восстановления:** Время, затрачиваемое непосредственно на выполнение операций по восстановлению объекта. — restoration time

33 **назначенный ресурс:** Суммарная наработка, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния. — assigned operating life

Примечания

1 Данный показатель не является показателем надежности.

2 По истечении назначенного ресурса объекта должно быть принято решение, предусмотренное соответствующей документацией, о ремонте, списании, утилизации, оценке технического состояния, установлении нового назначенного ресурса и т. п.

34 **назначенный срок службы:** Календарная продолжительность, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния. — assigned useful life

Примечания

1 Данный показатель не является показателем надежности.

2 По истечении назначенного срока службы объекта должно быть принято решение, предусмотренное соответствующей документацией, о ремонте, списании, утилизации, оценке технического состояния, установлении нового назначенного срока службы и т. п.

35 **назначенный срок хранения:** Календарная продолжительность, при достижении которой хранение объекта должно быть прекращено независимо от его технического состояния. — assigned storing life

Примечания

1 Данный показатель не является показателем надежности.

2 По истечении назначенного срока хранения объекта должно быть принято решение, предусмотренное соответствующей документацией, о ремонте, списании, утилизации, оценке технического состояния, установлении нового назначенного срока хранения и т. п.

Термины, относящиеся к отказам, дефектам, повреждениям

36 **отказ:** Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. — failure

Примечания

1 Отказ может быть полным или частичным.

2 Полный отказ характеризуется переходом объекта в неработоспособное состояние.

3 Частичный отказ характеризуется переходом объекта в частично неработоспособное состояние.

37 **дефект:** Каждое отдельное несоответствие объекта требованиям, установленным в документации. — defect

38 **повреждение:** Нарушение исправного состояния объекта при сохранении его работоспособного состояния. — damage

Примечания

1 Дефект и (или) повреждение могут служить причиной возникновения частичного или полного отказа объекта.

2 Наличие дефекта и (или) повреждения приводит объект в неисправное состояние.

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

40 **критерий отказа:** Признак или совокупность признаков нарушения работоспособного состояния объекта, установленные в документации. — failure criterion

41 **независимый отказ:** Отказ, не вызванный возникновением других отказов. — primary failure

42 **зависимый отказ:** Отказ, вызванный возникновением других отказов. secondary failure

43 **причина отказа:** Явления, процессы, события и состояния, вызвавшие возникновение отказа объекта. failure cause

Примечания

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

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

44 **последствия отказа:** Явления, процессы, события и состояния, обусловленные возникновением отказа объекта. failure effect

Примечания

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

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

45 **критичность отказа:** Совокупность признаков, характеризующих значимость последствий отказа. criticality of a failure

Примечание — Классификацию отказов по критичности (критический/некритический), например по уровню прямых и косвенных потерь, связанных с возникновением отказа, или по трудоемкости устранения последствий отказа, устанавливают в документации на основании технического и экономического анализа.

46 **ресурсный отказ:** Отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния. marginal failure

47 **внезапный отказ:** Отказ, характеризующийся скачкообразным переходом объекта из работоспособного состояния в неработоспособное состояние. sudden failure

48 **постепенный отказ:** Отказ, возникающий в результате постепенного изменения значений одного или нескольких параметров объекта. gradual failure

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

Примечания

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

2 Систематический отказ является результатом систематической неисправности.

50 **перемежающийся отказ:** Многократно возникающий самоустраняющийся отказ одного и того же характера. intermittent failure

Примечание — В технической документации должен быть установлен критерий понятия «многократно возникающий отказ».

51 **сбой:** Самоустраняющийся отказ или однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора. interruption

52 **явный отказ:** Отказ, обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования при подготовке объекта к применению или в процессе его применения. explicit failure

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

54 **конструктивный отказ:** Отказ, возникший по причине, связанной с несовершенством конструкции или нарушением установленных правил и (или) норм проектирования и конструирования. — design failure

55 **производственный отказ:** Отказ, возникший по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленного процесса изготовления объекта или его ремонта, выполняемого на ремонтном предприятии. — manufacturing failure

56 **эксплуатационный отказ:** Отказ, возникший по причине, связанной с нарушением установленных правил и (или) условий эксплуатации объекта. — misuse failure

57 **деградационный отказ:** Отказ, обусловленный естественными процессами старения, износа, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил и (или) норм проектирования, изготовления и эксплуатации объекта. — wear-out failure

58 **механизм отказа:** Процесс, приводящий к отказу объекта. — failure mechanism

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

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

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

60 **отказы общего вида:** Отказы различных объектов, характеризующиеся одним и тем же видом отказа. — common mode failures

Примечания

1 У отказов общего вида могут быть различные причины.

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

Термины, относящиеся к техническому обслуживанию, восстановлению и ремонту

61 **система технического обслуживания и ремонта:** Система, включающая в себя совокупность документации, персонала, организационных и технических действий, необходимых для поддержания и восстановления работоспособного состояния объекта. — maintenance system

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

Примечание — Основные виды ТО:

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

63 **обслуживаемый объект:** Объект, для которого техническое обслуживание предусмотрено документацией. — serviced item

64 **необслуживаемый объект:** Объект, для которого техническое обслуживание не предусмотрено документацией. — non serviced item

65 **восстановление:** Процесс и событие, заключающиеся в переходе объекта из неработоспособного состояния в работоспособное состояние. restoration

Примечания

1 Восстановление как процесс характеризуется операциями и продолжительностью времени от момента возникновения отказа до момента восстановления работоспособного состояния объекта (см. также статью 32).

2 Восстановление как событие характеризуется моментом восстановления работоспособного состояния объекта после отказа.

66 **самовосстановление:** Восстановление объекта без вмешательства извне. self-recovery

67 **восстанавливаемый объект:** Объект, восстановление работоспособного состояния которого в рассматриваемой ситуации предусмотрено технической и конструкторской документацией. restorable item

68 **невосстанавливаемый объект:** Объект, восстановление работоспособного состояния которого в рассматриваемой ситуации не предусмотрено технической и конструкторской документацией. non-restorable item

69 **ремонт:** Комплекс технических операций и организационных действий по восстановлению исправного или работоспособного состояния объекта и восстановлению ресурса объекта или его составных частей. repair

Примечания

1 Ремонт включает локализацию, диагностирование, устранение неисправности и контроль функционирования.

2 Ремонты подразделяют на плановые и внеплановые:

- плановый ремонт — ремонт, выполняемый по плану в соответствии с требованиями документации. Плановые ремонты по объему выполняемых работ, трудоемкости и периодичности проведения подразделяют на текущие, средние и капитальные.

- внеплановый ремонт — ремонт, не предусмотренный планом. Внеплановые ремонты могут быть обусловлены отказом объекта, появлениями повреждений (неисправностей), нарушением правил технической эксплуатации. Внеплановые ремонты подразделяют на аварийно-восстановительные и ремонты по состоянию объекта.

70 **ремонтопригодный объект:** Объект, ремонт которого предусмотрен документацией и возможен в заданных условиях. repairable item

Примечание — Заданные условия могут включать технические, экономические и другие аспекты.

71 **неремонтопригодный объект:** Объект, ремонт которого не предусмотрен документацией. non-repairable item

72 **мониторинг технического состояния:** Составная часть технического обслуживания, представляющая собой наблюдение за объектом с целью получения информации о его техническом состоянии и рабочих параметрах. condition monitoring

Примечания

1 Мониторинг может проводиться в процессе работы объекта непрерывно или через запланированные интервалы времени.

2 На основе данных мониторинга осуществляется контроль технического состояния и оценка остаточного ресурса объекта.

73 **замена:** Процедура поддержания или восстановления работоспособности объекта путем установки запасной части вместо отказавшего или изношенного элемента объекта. substitution

74 **запасная часть:** Отдельный узел, устройство или элемент, предназначенные для замены изношенных, неисправных или отказавших составных частей объекта с целью поддержания или восстановления его работоспособного состояния. spare part

75 **запасные части, инструменты и принадлежности;** ЗИП: Совокупность запасов материальных средств, сформированная в зависимости от назначения и особенностей использования объекта и предназначенная для обеспечения его функционирования, технического обслуживания и ремонта.	spare parts, tools and accessories (SPTA)
Примечание — Набор ЗИП комплектуют в соответствии с требованиями документации.	
76 **комплект ЗИП:** Набор запасных частей, инструментов, принадлежностей и расходных материалов, необходимых для обеспечения функционирования, технического обслуживания и ремонта объекта.	maintenance package (SPTA package)
Примечания 1 Комплект ЗИП формируют в соответствии с требованиями документации, с учетом назначения и особенностей использования объекта. 2 Все виды комплектов ЗИП условно делятся на основные и специальные, а в зависимости от состава, назначения и размещения — на одиночные, групповые и ремонтные.	
77 **система ЗИП**: Совокупность комплектов ЗИП разных видов и уровней иерархии, необходимых для поддержания и восстановления работоспособности объекта или совокупности объектов.	SPTA system
Примечания 1 Систему ЗИП формируют в соответствии с требованиями документации, с учетом назначения и особенностей использования объектов. 2 Существуют двухуровневые и многоуровневые системы ЗИП. На каждом уровне структуры системы ЗИП могут быть использованы различные стратегии пополнения.	
Термины, относящиеся к показателям надежности	
78 **показатель надежности:** Количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта.	dependability measure
79 **единичный показатель надежности:** Показатель надежности, характеризующий одно из свойств, составляющих надежность объекта.	simple dependability measure
Примечание — Единичными показателями надежности являются показатели безотказности, ремонтопригодности, восстанавливаемости, долговечности, сохраняемости.	
80 **комплексный показатель надежности:** Показатель надежности, характеризующий несколько свойств, составляющих надежность объекта.	integrated dependability measure
81 **расчетная оценка показателя надежности**: Точечная или интервальная оценка показателя надежности, определяемая расчетным методом.	calculated estimation of the dependability measure
82 **экспериментальная оценка показателя надежности**: Точечная или интервальная оценка показателя надежности, определяемая по данным испытаний.	experimental estimation of the dependability measure
83 **эксплуатационная оценка показателя надежности**: Точечная или интервальная оценка показателя надежности, определяемая по данным эксплуатации.	field estimation of the dependability measure
84 **экстраполированная оценка показателя надежности**: Точечная или интервальная оценка показателя надежности, определяемая на основании результатов расчетов, испытаний и (или) эксплуатационных данных путем экстраполирования на другую продолжительность эксплуатации и другие условия эксплуатации.	the extrapolated estimation of the dependability measure

Термины, относящиеся к показателям безотказности

85 **вероятность безотказной работы:** Вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет.	reliability <measure>, reliability function
86 **средняя наработка до отказа:** Математическое ожидание наработки объекта до отказа.	mean operating time to failure
87 **гамма-процентная наработка до отказа:** Наработка до отказа, в течение которой отказ объекта не возникнет с вероятностью γ, выраженной в процентах.	gamma-percentile operating time to failure
88 **средняя наработка между отказами:** Математическое ожидание наработки объекта между отказами. Примечание — В случае, когда наработка между отказами подчиняется экспоненциальному распределению, ее называют средней наработкой на отказ и определяют как отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию количества его отказов в течение этой наработки.	mean operating time between failures
89 **гамма-процентная наработка между отказами:** Наработка между отказами, в течение которой отказ объекта не возникнет с вероятностью γ, выраженной в процентах.	gamma-percentile operating time between failure
90 **(мгновенная) интенсивность отказов:** Условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник.	failure rate
91 **средняя интенсивность отказов**: Математическое ожидание мгновенной интенсивности отказов за заданный период времени.	mean failure rate
92 **(мгновенный) параметр потока отказов:** Предел отношения вероятности возникновения отказа восстанавливаемого объекта за достаточно малый интервал времени к продолжительности этого интервала, стремящейся к нулю.	failure intensity
93 **средний параметр потока отказов**: Математическое ожидание мгновенного параметра потока отказов за заданный период времени.	mean failure intensity
94 **стационарный параметр потока отказов**: Предел мгновенного параметра потока отказов при стремлении рассматриваемого момента времени к бесконечности.	stationary failure intensity

Термины, относящиеся к показателям долговечности

95 **средний ресурс:** Математическое ожидание ресурса.	mean operating life
96 **гамма-процентный ресурс:** Суммарная наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью γ, выраженной в процентах.	gamma-percentile operating life
97 **средний срок службы:** Математическое ожидание срока службы.	mean useful life
98 **гамма-процентный срок службы:** Календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью γ, выраженной в процентах.	gamma-percentile useful life

Термины, относящиеся к показателям ремонтопригодности и восстанавливаемости

99 **вероятность восстановления:** Вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния объекта не превысит заданного значения.	probability of restoration
100 **среднее время восстановления:** Математическое ожидание времени восстановления.	mean restoration time

101 **гамма-процентное время восстановления:** Время, в течение которого восстановление работоспособности объекта будет осуществлено с вероятностью γ, выраженной в процентах. — gamma-percentile restoration time

102 **интенсивность восстановления:** Условная плотность вероятности восстановления работоспособного состояния объекта, определенная для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента восстановление не было завершено. — restoration rate

103 **средняя трудоемкость восстановления:** Математическое ожидание трудоемкости восстановления объекта после отказа. — mean restoration man-hours mean, maintenance man-hours

Примечание — Затраты времени и труда на проведение технического обслуживания и ремонтов с учетом конструктивных особенностей объекта, его технического состояния и условий эксплуатации характеризуются оперативными показателями ремонтопригодности.

Термины, относящиеся к показателям сохраняемости

104 **средний срок сохраняемости:** Математическое ожидание срока сохраняемости. — mean storing life

105 **гамма-процентный срок сохраняемости:** Срок сохраняемости, достигаемый объектом с заданной вероятностью γ, выраженной в процентах. — gamma-percentile storing life

Термины, относящиеся к комплексным показателям надежности

106 **(мгновенный) коэффициент готовности:** Вероятность того, что в данный момент времени объект находится в работоспособном состоянии, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается. — (instantaneous) availability factor

Примечание — В некоторых случаях выделяют проектный коэффициент готовности, определяемый при проектировании для идеальных условий эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, и коэффициент эксплуатационной готовности, определяемый для реальных условий эксплуатации, технического обслуживания и ремонта. Отношение эксплуатационного коэффициента готовности к проектному характеризует использование объекта по его назначению.

107 **(мгновенный) коэффициент неготовности:** Вероятность того, что объект в данный момент времени находится в неработоспособном состоянии, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается. — (instantaneous) unavailability factor

Примечание — В некоторых случаях выделяют проектный коэффициент неготовности, определяемый при проектировании для идеальных условий эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, и коэффициент эксплуатационной неготовности, определяемый для реальных условий эксплуатации, технического обслуживания и ремонта. Отношение эксплуатационного коэффициента неготовности к проектному характеризует использование объекта по его назначению.

108 **коэффициент оперативной готовности:** Вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в данный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, и начиная с этого момента будет работать безотказно в течение заданного периода времени. — operational availability factor

109 **коэффициент технического использования:** Отношение математического ожидания суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и простоев, обусловленных техническим обслуживанием и ремонтом за тот же период. — total availability factor, utilization factor

110 **коэффициент сохранения эффективности:** Отношение значения показателя эффективности использования объекта по назначению за определенную продолжительность эксплуатации к номинальному значению этого показателя, вычисленному при условии, что отказы объекта в течение того же периода не возникают. efficiency ratio

Примечание — Для каждого типа объектов понятия эффективности и показателя эффективности устанавливают в документации на объект.

Термины, относящиеся к разработке, обеспечению и анализу надежности

111 **нормирование надежности (объекта):** Установление в нормативной и технической документации количественных и качественных требований к надежности объекта. dependability specification (of item)

Примечание — Нормирование надежности включает выбор номенклатуры нормируемых показателей надежности; установление и технико-экономическое обоснование значений показателей надежности объекта и его составных частей; задание требований к точности и достоверности исходных данных; установление критериев отказов, повреждений и предельных состояний; задание требований к методам контроля надежности на всех этапах жизненного цикла объекта.

112 **нормируемый показатель надежности:** Показатель надежности, значение которого регламентировано нормативной и технической документацией на объект. specified dependability measure

113 **программа обеспечения надежности:** Документ, устанавливающий перечень и порядок проведения на разных стадиях жизненного цикла объекта организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение надежности и (или) на ее повышение. dependability support program

114 **оценка надежности:** Определение точечных и интервальных оценок показателей надежности объекта. dependability assessment

115 **прогнозирование надежности:** Определение оценки показателя надежности объекта на основании предшествующего опыта или путем экстраполирования на другую продолжительность эксплуатации и другие условия эксплуатации. prediction of dependability

116 **расчетный метод оценки надежности:** Метод, основанный на вычислении оценок показателей надежности по справочным данным о надежности компонентов и комплектующих элементов объекта, по данным о надежности объектов-аналогов, по данным о свойствах материалов и другой информации, имеющейся к моменту расчета. calculated method of dependability assessment

117 **расчетно-экспериментальный метод оценки надежности:** Метод оценки надежности объекта путем расчета, при котором оценки показателей надежности всех или некоторых составных частей объекта определены экспериментально. calculated-experimental method of dependability assessment

118 **экспериментальный метод оценки надежности:** Метод оценки показателей надежности путем статистической обработки данных, полученных при испытаниях или эксплуатации объекта в целом. experimental method of dependability assessment

119 **анализ отказов:** Исследование отказов, направленное на определение факторов, влияющих на надежность (причин отказов, составляющих времени восстановления, эффективности резервирования и т.п.). failure analysis

120 **отбраковочные испытания:** Испытание или набор испытаний, предназначенные для обнаружения и удаления из выборки дефектных объектов или объектов с высокой вероятностью ранних отказов. screening test

Примечание — Отбраковочные испытания улучшают показатели надежности выборки, но не всей совокупности объектов.

Термины, относящиеся к резервированию

121 **резервирование:** Способ обеспечения надежности объекта за счет использования дополнительных средств и/или возможностей сверх минимально необходимых для выполнения требуемых функций.	redundancy
122 **резерв:** Совокупность дополнительных средств и/или возможностей, используемых для резервирования.	reserve
123 **основной элемент:** Элемент объекта, необходимый для выполнения требуемых функций без использования резерва.	major element
124 **резервируемый элемент**: Основной элемент, на случай отказа которого в объекте предусмотрены один или несколько резервных элементов.	element under redundancy
125 **резервный элемент:** Элемент объекта, предназначенный для выполнения функций основного элемента в случае отказа последнего.	redundant element
126 **кратность резерва:** Отношение числа резервных элементов к числу резервируемых элементов, выраженное несокращенной дробью.	redundancy ratio
127 **нагруженный резерв:** Резерв, который содержит один или несколько резервных элементов, работающих в режиме основного элемента.	hot reserve
128 **облегченный резерв:** Резерв, который содержит один или несколько резервных элементов, работающих в менее нагруженном режиме, чем основной элемент, до начала выполнения ими функций основного элемента.	warm reserve
129 **ненагруженный резерв:** Резерв, который содержит один или несколько резервных элементов, не функционирующих до начала выполнения ими функций основного элемента.	cold reserve
130 **постоянное резервирование:** Резервирование, при котором используется нагруженный резерв и при отказе любого элемента в резервированной группе выполнение объектом требуемых функций обеспечивается оставшимися элементами без переключений.	active redundancy
131 **резервирование замещением:** Резервирование, при котором функции основного элемента передаются резервному только при отказе основного элемента.	standby redundancy
132 **общее резервирование:** Резервирование, при котором резервируется объект в целом.	whole redundancy
133 **переключающий элемент:** Элемент объекта, предназначенный для подключения исправного резервного элемента объекта вместо отказавшего основного элемента.	switching element
134 **вероятность успешного перехода на резерв:** Вероятность того, что переход на резерв произойдет без отказа объекта и без снижения качества функционирования объекта.	probability of successful switch over
135 **смешанное резервирование:** Сочетание в объекте различных видов резервирования.	diverse redundancy
136 **резервирование без восстановления:** Резервирование, при котором восстановление отказавших основных и/или резервных элементов технически невозможно без нарушения работоспособности объекта в целом и/или не предусмотрено эксплуатационной документацией.	redundancy without restoration
137 **резервирование с восстановлением:** Резервирование, при котором восстановление отказавших основных и/или резервных элементов технически возможно без нарушения работоспособности объекта в целом и предусмотрено эксплуатационной документацией.	redundancy with restoration
138 **мажоритарное резервирование:** Резервирование, при котором в нагруженном режиме находится нечетное количество (не менее трех) однотипных элементов и результатом работы объекта принимается одинаковый результат работы большинства основных элементов.	majority reservation

Примечание — Результат работы элемента выражается сигналом, числом, массивом чисел.

Термины, относящиеся к испытаниям на надежность

139 **испытания на надежность:** Испытания, проводимые с целью оценки и/или контроля показателей надежности в заданных условиях. — dependability test

Примечание — В зависимости от исследуемого свойства различают испытания на безотказность, ремонтопригодность, сохраняемость и долговечность (ресурсные испытания).

Испытания проводят с заданной точностью (т.е. при заданной относительной погрешности) и с заданной достоверностью (т.е. при заданном уровне доверительной вероятности).

Испытания на надежность могут как быть самостоятельными, так и входить в состав приемо-сдаточных, приемочных, типовых, периодических, квалификационных и других испытаний.

140 **определительные испытания на надежность:** Испытания, проводимые для определения оценок показателей надежности. — determination (dependability) test

141 **контрольные испытания на надежность:** Испытания, проводимые для проверки соответствия показателей надежности установленным требованиям. — compliance (dependability) test

142 **лабораторные испытания на надежность:** Испытания, проводимые в лабораторных или заводских условиях. — laboratory (dependability) test

Примечания

1 Испытания проводят в заданных и контролируемых условиях, с имитацией или без имитации эксплуатационных условий. Испытания с имитацией относят к нормальным испытаниям на надежность.

2 При проведении испытаний рекомендуется проводить мониторинг и регистрацию рабочих и окружающих условий, а также режимов технического обслуживания и измерений.

143 **эксплуатационные испытания на надежность:** Испытания, проводимые в условиях эксплуатации объекта. — field (dependability) test

144 **нормальные испытания:** Лабораторные испытания на надежность, методы, режимы и условия проведения которых максимально приближены к эксплуатационным. — normal (dependability) test

145 **ускоренные испытания:** Лабораторные испытания на надежность, методы, режимы и условия проведения которых обеспечивают получение информации о надежности объекта в более короткий срок, чем при испытаниях, проводимых в условиях эксплуатации объекта. — accelerated test

Примечание — Ускорение испытаний может достигаться как за счет изменения абсолютных значений режимов и условий испытаний, так и за счет изменения частоты воздействия разрушающих эксплуатационных факторов.

При испытаниях обязательно сохранение условия автомодельности; ускоренные испытания не должны изменять основные виды или механизмы отказов или их относительное преобладание.

146 **коэффициент ускорения испытаний:** Отношение значений времени получения информации об оцениваемом показателе надежности в нормальном и ускоренном режимах. — test acceleration factor

147 **план испытаний на надежность:** Совокупность правил, устанавливающих объем выборки, порядок проведения испытаний, критерии их завершения и принятия решений по результатам испытаний на надежность. — dependability test plan

Алфавитный указатель терминов на русском языке

анализ отказов 119
безотказность 6
вероятность безотказной работы 85
вероятность восстановления 99
вероятность успешного перехода на резерв 134
вид отказа 39
восстанавливаемость 9
восстановление 65
время ремонта 31
время восстановления 32
время восстановления гамма-процентное 101
время восстановления среднее 100
готовность 7
готовность объекта 7
дефект 37
долговечность 10
замена 73
ЗИП 75
интенсивность восстановления 102
интенсивность отказов 90
интенсивность отказов мгновенная 90
интенсивность отказов средняя 91
исправность 12
испытания на надежность 139
испытания на надежность контрольные 141
испытания на надежность лабораторные 142
испытания на надежность определительные 140
испытания на надежность эксплуатационные 143
испытания нормальные 144
испытания отбраковочные 120
испытания ускоренные 145
комплект ЗИП 76
коэффициент готовности 106
коэффициент готовности мгновенный 106
коэффициент неготовности 107
коэффициент неготовности мгновенный 107
коэффициент оперативной готовности 108
коэффициент сохранения эффективности 110
коэффициент технического использования 109
коэффициент ускорения испытаний 146
кратность резерва 126
критерий отказа 40
критерий предельного состояния 20

критичность отказа 45
метод оценки надежности расчетно-экспериментальный 117
метод оценки надежности расчетный 116
метод оценки надежности экспериментальный 118
механизм отказа 58
мониторинг технического состояния 72
надежность 5
надежность объекта 5
наработка 24
наработка до отказа 25
наработка до отказа гамма-процентная 87
наработка до отказа средняя 86
наработка между отказами 26
наработка между отказами гамма-процентная 89
наработка между отказами средняя 88
неисправность 13
нормирование надежности 111
нормирование надежности объекта 111
объект 1
объект восстанавливаемый 67
объект невосстанавливаемый 68
объект необслуживаемый 64
объект неремонтопригодный 71
объект обслуживаемый 63
объект ремонтопригодный 70
отказ 36
отказ внезапный 47
отказ деградационный 57
отказ зависимый 42
отказ конструктивный 54
отказ независимый 41
отказ перемежающийся 50
отказ постепенный 48
отказ производственный 55
отказ ресурсный 46
отказ систематический 49
отказ скрытый 53
отказ эксплуатационный 56
отказ явный 52
отказы общего вида 60
отказы по общей причине 59
оценка надежности 114
оценка показателя надежности расчетная 81
оценка показателя надежности экспериментальная 82

оценка показателя надежности эксплуатационная 83
оценка показателя надежности экстраполированная 84
параметр потока отказов 92
параметр потока отказов мгновенный 92
параметр потока отказов средний 93
параметр потока отказов стационарный 94
план испытаний на надежность 147
повреждение 38
подсистема 4
показатель надежности 78
показатель надежности единичный 79
показатель надежности комплексный 80
показатель надежности нормируемый 112
последствия отказа 44
причина отказа 43
прогнозирование надежности 115
программа обеспечения надежности 113
продолжительность ремонта 31
резерв 122
резерв нагруженный 127
резерв ненагруженный 129
резерв облегченный 128
резервирование 121
резервирование без восстановления 136
резервирование замещением 131
резервирование мажоритарное 138
резервирование общее 132
резервирование постоянное 130
резервирование с восстановлением 137
резервирование смешанное 135
ремонт 69
ремонтопригодность 8
ресурс 27
ресурс гамма-процентный 96
ресурс назначенный 33
ресурс остаточный 28
ресурс средний 95
самовосстановление 66
сбой 51
система 3
система ЗИП 77
система технического обслуживания и ремонта 61
состояние готовности 16
состояние готовности объекта 16

состояние исправное 12
состояние неисправное 13
состояние неработоспособное 15
состояние нерабочее 18
состояние опасное 21
состояние предельное 19
состояние работоспособное 14
состояние рабочее 17
состояние резервирования 23
сохраняемость 11
срок службы 29
срок службы гамма-процентный 98
срок службы назначенный 34
срок службы средний 97
срок сохраняемости 30
срок сохраняемости гамма-процентный 105
срок сохраняемости средний 104
срок хранения назначенный 35
техническое обслуживание 62
техническое состояние 22
ТО 62
трудоемкость восстановления средняя 103
части запасные, инструменты и принадлежности 75
часть запасная 74
элемент основной 123
элемент переключающий 133
элемент резервируемый 124
элемент резервный 125
элемент 2

Алфавитный указатель эквивалентов терминов на английском языке

accelerated test	145
active redundancy	130
assigned operating life	33
assigned storing life	35
assigned useful life	34
availability (of item)	7
availability status (of item)	16
calculated estimation of the dependability measure	81
calculated method of dependability assessment	116
calculated-experimental method of dependability assessment	117
cold reserve	129
common cause failures	59
common mode failures	60
compliance (dependability) test	141
condition monitoring	72
criticality of a failure	45
damage	38
defect	37
dependability (of item)	5
dependability assessment	114
dependability measure	78
dependability specification (of item)	111
dependability support program	113
dependability test	139
dependability test plan	147
design failure	54
determination (dependability) test	140
diverse redundancy	135
down state	15
durability	10
efficiency ratio	110
element	2
element under redundaney	124
experimental estimation of the dependability measure	82
experimental method of dependability assessment	118
explicit failure	52
failure	36
failure analysis	119
failure cause	43
failure criterion	40
failure effect	44

failure intensity 92
failure mechanism 58
failure mode 39
failure rate 90
field (dependability) test 143
field estimation of the dependability measure 83
gamma-percentile operating life 96
gamma-percentile operating time between failure 89
gamma-percentile operating time to failure 87
gamma-percentile restoration time 101
gamma-percentile storing life 105
gamma-percentile useful life 98
gradual failure 48
hazardous state 21
hot reserve 127
imperfect state (flaw) 13
(instantaneous) availability factor 106
(instantaneous) unavailability factor 107
integrated dependability measure 80
intermittent failure 50
interruption 51
item 1
laboratory (dependability) test 142
latent failure 53
limiting state 19
limiting state criterion 20
maintainability 8
maintenance 62
maintenance package (spta package) 76
maintenance sistem 61
major element 123
majority reservation 138
manufacturing failure 55
marginal failure 46
mean failure intensity 93
mean failure rate 91
mean operating life 95
mean operating time between failures 88
mean operating time to failure 86
mean restoration man-hours mean, maintenance man-hours 103
mean restoration time 100
mean storing life 104
mean useful life 97

misuse failure 56
non serviced item 64
non-operating state 18
non-repairable item 71
non-restorable item 68
normal (dependability) test 144
operating life 27
operating state 17
operating time 24
operating time between failures 26
operating time to failure 25
operational availability factor 108
perfect (flawless) state 12
prediction of dependability 115
primary failure 41
probability of restoration 99
probability of successful switch over 134
recoverability 9
redundancy 121
redundancy ratio 126
redundancy with restoration 137
redundancy without restoration 136
redundant element 125
reliability 6
reliability <measure>, reliability function 85
repair 69
repair time 31
repairable item 70
reserve 122
residual operating life 28
restorable item 67
restoration 65
restoration rate 102
restoration time 32
screening test 120
secondary failure 42
self-recovery 66
serviced item 63
simple dependability measure 79
spare part 74
spare parts, tools and accessories (spta) 75
specified dependability measure 112
spta system 77

standby redundancy 131
standby state 23
stationary failure intensity 94
storability 11
storing life 30
substitution 73
subsystem 4
sudden failure 47
switching element 133
system 3
systematic failure 49
technical condition 22
test acceleration factor 146
the extrapolated estimation of the dependability measure 84
total availability factor, utilization factor 109
up state 14
useful life 29
warm reserve 128
wear-out failure 57
whole redundancy 132

Приложение А
(справочное)

Пояснения к терминам, приведенным в настоящем стандарте

А.1 Термин «надежность объекта» (см. пункт 5)

Термины в области надежности объекта распространяются на любые объекты — изделия, сооружения, системы, а также их подсистемы и составные части на этапах проектирования, производства, испытаний, эксплуатации и ремонта. В качестве подсистем и составных частей могут рассматриваться сборочные единицы, детали, компоненты или элементы. При необходимости в понятие «объект» могут быть включены информация и ее носители, а также персонал (человеческий фактор), например, при рассмотрении надежности системы «человек—машина». Понятие «эксплуатация» включает в себя помимо применения по назначению техническое обслуживание, ремонт, хранение и транспортирование.

Термин «объект» может относиться к конкретному объекту и к одному из представителей совокупности, в частности к любому представителю серии, партии или статистической выборки однотипных объектов. На стадии разработки термин «объект» применяют по отношению к любому представителю генеральной совокупности объектов.

Границ понятия «надежность объекта» не изменяет следующее определение: надежность объекта — свойство объекта сохранять во времени способность к выполнению требуемых функций в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Это определение применяют, когда параметрическое описание нецелесообразно (например, для простейших объектов, работоспособность которых характеризуется по типу «да — нет») или невозможно (например, для систем «машина—оператор», т. е. таких систем, не все свойства которых могут быть охарактеризованы количественно).

К параметрам, характеризующим способность выполнять требуемые функции, относят кинематические и динамические параметры, показатели конструкционной прочности, показатели точности функционирования, производительности, скорости и т. п. С течением времени значения этих параметров могут изменяться.

Надежность объекта — комплексное свойство, охватывающее в общем случае безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость. Например, для неремонтируемых объектов основным свойством может являться безотказность. Для ремонтируемых объектов одним из важнейших свойств может быть ремонтопригодность.

Следует подчеркнуть принципиальное отличие понятия «надежность объекта», приведенного в настоящем стандарте, от понятия «надежность выполнения задания», приведенного в ГОСТ Р 27.101. Эти термины относятся к различным понятиям.

«Надежность выполнения задания» зависит от надежности объекта, его восстанавливаемости, ремонтопригодности, обеспеченности техническим обслуживанием, а в некоторых случаях и от других характеристик, таких как безопасность.

«Надежность объекта» характеризует свойство объекта, а не возможность выполнения задания при его участии. «Надежность объекта» не зависит от готовности, восстанавливаемости, обеспеченности техническим обслуживанием.

Для объектов, которые являются потенциальным источником опасности, важными понятиями являются «безопасность» и «живучесть». Безопасность — свойство объекта при изготовлении и эксплуатации в случае нарушения работоспособного состояния не создавать угрозу для жизни и здоровья людей, а также для окружающей среды. Хотя безопасность не входит в общее понятие надежности объекта, однако при определенных условиях она тесно связана с этим понятием, например если отказы могут привести к условиям, вредным для людей и окружающей среды сверх предельно допустимых норм.

Понятие «живучесть» занимает пограничное место между понятиями «надежность» и «безопасность» объекта. Под живучестью понимают свойство объекта, состоящее в его способности противостоять развитию критических отказов из дефектов и повреждений при установленной системе технического обслуживания и ремонта, или свойство объекта сохранять работоспособность при воздействиях, не предусмотренных условиями эксплуатации, или свойство объекта сохранять работоспособность при наличии дефектов или повреждений определенного вида, а также при отказе некоторых компонентов. При этом работоспособность может быть не полной. Примером служит сохранение несущей способности элементами конструкции при возникновении в них усталостных трещин, размеры которых не превышают заданных значений.

А.2 Термин «безотказность» (см. пункт 6)

Безотказность в той или иной степени свойственна объекту в любом из возможных режимов его существования. В основном безотказность рассматривают применительно к использованию объекта по назначению, но во многих случаях необходима оценка безотказности при хранении и транспортировании объекта.

Необходимо подчеркнуть, что показатели безотказности вводят либо по отношению ко всем возможным отказам объекта, либо по отношению к какому-либо одному виду отказов с указанием критерия отказа.

А.3 Термин «готовность объекта» (см. пункт 7)

Готовность объекта не является свойством надежности объекта. Надежность объекта и готовность объекта не зависят друг от друга, однако показатели готовности функционально связаны с показателями безотказности, ремонтопригодности и восстанавливаемости.

Готовность объекта зависит от обеспеченности объекта необходимыми для его работы внешними ресурсами (автомобиль при отсутствии бензина или запасного колеса переходит из состояния готовности в состояние неготовности).

Следует подчеркнуть принципиальное отличие понятия «готовность объекта», приведенного в настоящем стандарте, от понятия «готовность выполнения задания», приведенного в ГОСТ Р 27.101. В отличие от готовности выполнения задания готовность объекта не зависит от не предусмотренных проектом внешних воздействий, а также от административных, организационных и логистических факторов.

Оценка показателей готовности объекта осуществляется вне зависимости от того, функционирует объект или нет, и распространяется как на эксплуатируемый объект, так и на находящийся в резерве. В этом случае характеристиками готовности служат время восстановления (среднее время восстановления), коэффициент технического использования (Кти), коэффициент готовности (Кг), коэффициент оперативной готовности (Ког) и ВБР объекта.

А.4 Термин «ремонтопригодность» (см. пункт 8)

Термин «ремонтопригодность» традиционно трактуют в широком смысле. Этот термин эквивалентен международному термину «maintainability». Помимо ремонтопригодности в узком смысле это понятие включает в себя «обслуживаемость», т. е. приспособленность объекта к техническому обслуживанию, «контролепригодность» и приспособленность к предупреждению и обнаружению отказов и повреждений, а также причин, их вызывающих. Более общие понятия «обеспеченность техническим обслуживанием», «эксплуатационная технологичность» (maintenance support, supportability) включают в себя ряд технико-экономических и организационных факторов, например качество подготовки обслуживающего персонала.

А.5 Термин «долговечность» (см. пункт 10)

Объект может перейти в предельное состояние, оставаясь работоспособным, если, например, его дальнейшее применение по назначению станет недопустимым по требованиям безопасности, экономичности и эффективности.

А.6 Термины «сохраняемость» и «срок сохраняемости» (см. пункты 11, 30)

В процессе хранения и транспортирования объекты подвергаются неблагоприятным воздействиям, например колебаниям температуры, действию влажного воздуха, вибрациям и т. п. В результате после хранения и (или) транспортирования объект может оказаться в неработоспособном и даже в предельном состоянии. Сохраняемость объекта характеризуется его способностью противостоять отрицательному влиянию условий и продолжительности его хранения и транспортирования.

В зависимости от условий и режимов применения объекта требования к сохраняемости устанавливают по-разному. Для некоторых классов объектов может быть установлено требование того, чтобы после хранения объект находился в таком же состоянии, что и к моменту начала хранения. В этом случае объект должен удовлетворять требованиям безотказности, долговечности и ремонтопригодности, предъявляемым к объекту на момент начала хранения. В реальных условиях происходит ухудшение параметров, характеризующих работоспособность объекта, а также снижается его остаточный ресурс. В одних случаях достаточно потребовать, чтобы после хранения и (или) транспортирования объект оставался в работоспособном состоянии. В большинстве других случаев требуется, чтобы объект сохранял достаточный запас работоспособности, т. е. обладал достаточной безотказностью после хранения и (или) транспортирования. В тех случаях, когда предусмотрена специальная подготовка объекта к применению по назначению после хранения и (или) транспортирования, требование о сохранении работоспособности заменяется требованием того, чтобы технические параметры объекта, определяющие его безотказность и долговечность, сохранялись в заданных пределах. Очевидно, что все эти случаи охватывает приведенное в стандарте определение понятия сохраняемости.

Требования к показателям безотказности, долговечности и ремонтопригодности для объекта, подвергнутого длительному хранению, необходимо указывать в техническом задании, и в отдельных случаях они могут быть снижены относительно уровня требований к новому объекту, не находившемуся на хранении.

Следует различать сохраняемость объекта до ввода в эксплуатацию и сохраняемость объекта в период эксплуатации (при перерывах в работе). Во втором случае срок сохраняемости входит составной частью в срок службы.

В зависимости от особенностей и назначения объектов срок сохраняемости до ввода объекта в эксплуатацию может включать в себя срок сохраняемости в упаковке и (или) законсервированном виде, срок монтажа и (или) срок хранения на другом упакованном и (или) законсервированном более сложном объекте.

А.7 Термины «исправное состояние», «неисправное состояние», «работоспособное состояние», «неработоспособное состояние» (см. пункты 12–15)

Данные понятия охватывают основные технические состояния объекта. Каждое из них характеризуется совокупностью значений параметров, описывающих состояние объекта, а также качественных признаков, для которых не применяют количественные оценки. Номенклатуру этих параметров и признаков, а также допустимые пределы их изменений устанавливают в нормативной и технической документации.

Работоспособный объект в отличие от исправного должен удовлетворять лишь тем требованиям документации, выполнение которых обеспечивает нормальное применение объекта по назначению. Работоспособный объект может быть неисправным, например, если он не удовлетворяет эстетическим требованиям, причем ухудшение внешнего вида объекта не препятствует его применению по назначению.

Для сложных объектов возможны частично неработоспособные состояния, при которых объект способен выполнять требуемые функции с пониженными показателями или способен выполнять лишь часть требуемых функций.

Для некоторых объектов признаками неработоспособного состояния, кроме того, могут быть отклонения показателей качества изготавливаемой ими продукции. Например, для некоторых технологических систем к неработоспособному состоянию может быть отнесено такое, при котором значение хотя бы одного параметра качества изготавливаемой продукции не соответствует требованиям нормативной, технической и (или) конструкторской (проектной) и технологической документации.

Переход объекта из одного состояния в другое обычно происходит вследствие повреждения или отказа. Переход объекта из исправного состояния в неисправное работоспособное состояние происходит из-за повреждений.

В работоспособном состоянии различают «рабочее состояние» (operating state) и «нерабочее состояние» (nonoperating state), при котором объект не функционирует.

В отраслевой документации допускается использование более детальной классификации состояний, не противоречащей приведенной в настоящем стандарте.

«Нерабочее состояние» допускается подразделять, в свою очередь, на состояние резервирования (standby state) и состояние планового простоя (idle, free state). Кроме того, различают:

- «внутреннее» неработоспособное состояние (internal disabled state), эквивалентное неработоспособному состоянию в соответствии с пунктом 15 настоящего стандарта;
- «внешнее» неработоспособное состояние (external disabled state), обусловленное отсутствием внешних ресурсов.

А.8 Термин «состояние готовности объекта» (см. пункт 16)

Состояние готовности объекта относится только к объекту и не характеризует состояние выполнения задания.

В состоянии готовности объект должен быть обеспечен внешними ресурсами, необходимыми для его работы. Например, при отсутствии бензина или запасного колеса автомобиль не может работать и, следовательно, не находится в состоянии готовности.

Термины «состояние готовности» и «готовность объекта» не являются синонимами.

А.9 Термины «предельное состояние» и «критерий предельного состояния» (см. пункты 19, 20)

Переход объекта в предельное состояние влечет за собой временное или окончательное прекращение эксплуатации объекта. При достижении предельного состояния объект должен быть снят с эксплуатации, направлен в средний или капитальный ремонт, списан, утилизирован или передан для применения не по назначению. Если критерий предельного состояния установлен из соображений безопасности, хранения и (или) транспортирования объекта, то при наступлении предельного состояния хранение и (или) транспортирование объекта должно быть прекращено. В других случаях при наступлении предельного состояния должно быть прекращено применение объекта по назначению.

Для неремонтируемых объектов имеет место предельное состояние двух видов. Первый вид совпадает с неработоспособным состоянием. Второй вид предельного состояния обусловлен тем обстоятельством, что начиная с некоторого момента дальнейшая эксплуатация еще работоспособного объекта оказывается недопустимой в связи с опасностью или высокими затратами эксплуатации. Переход неремонтируемого объекта в предельное состояние второго вида происходит до потери объектом работоспособности.

Для ремонтируемых объектов выделяют два или более видов предельных состояний. Например, для двух видов предельных состояний требуется отправка объекта в средний или капитальный ремонт, т. е. временное прекращение применения объекта по назначению. Третий вид предельного состояния предполагает окончательное прекращение применения объекта по назначению. Критерии предельного состояния каждого вида устанавливают в документации.

А.10 Термин «состояние резервирования» (см. пункт 23)

Допускается выделять также «состояние горячего резерва», когда резервный объект готов к работе сразу после запроса, и «состояние холодного резерва», когда для начала работы резервному объекту требуется после запроса некоторая подготовка.

А.11 Термины «отказ», «критерий отказа» (см. пункты 36, 40)

Если работоспособность объекта характеризуется совокупностью значений некоторых технических параметров, то признаком возникновения отказа является выход значений любого из этих параметров за пределы допусков. Кроме того, в критерии отказов могут входить также качественные признаки, указывающие на нарушение нормальной работы объекта.

Критерии отказов следует отличать от критериев повреждений. Под критериями повреждений понимают признаки или совокупность признаков неисправного, но работоспособного состояния объекта.

А.12 Термин «критичность отказа» (см. пункт 45)

Понятие критичности отказа введено для того, чтобы проводить классификацию отказов по значимости их последствий. Критерием классификации могут служить прямые и косвенные потери, вызванные отказами, затраты труда и времени на устранение последствий отказов, возможность и целесообразность ремонта силами потребителя или необходимость ремонта изготовителем или третьей стороной, продолжительность простоев из-за возникновения отказов, степень снижения производительности при отказе, приводящем к частично неработоспособному состоянию, и т. п. Классификацию отказов по их последствиям устанавливают в документации по согласованию между заказчиком и разработчиком (изготовителем). Для простых объектов эту классификацию не используют.

При классификации отказов по значимости последствий могут быть введены две, три и большее количество категорий отказов. Различают критические (critical) и некритические (noncritical) отказы. Последние подразделяют на существенные (major) и несущественные (minor) отказы. Границы между категориями отказов достаточно условны.

Отказ одного и того же объекта может трактоваться как критический, существенный или несущественный, в зависимости от того, рассматривают ли объект индивидуально или он является составной частью другого объекта. Несущественный отказ объекта, входящего в состав более ответственного объекта, может быть существенным и даже критическим в зависимости от последствий отказа сложного объекта. Для проведения классификации отказов по значимости последствий необходимо проведение анализа критериев, причин и последствий отказов и построение логической и функциональной связи между отказами.

Классификация отказов по значимости последствий необходима при нормировании надежности (в частности, для обоснованного выбора номенклатуры и численных значений нормируемых показателей надежности), а также при установлении гарантийных обязательств.

А.13 Термины «внезапный отказ» и «постепенный отказ» (см. пункты 47, 48)

Эти термины позволяют разделять отказы на две категории в зависимости от возможности прогнозирования момента возникновения отказа. В отличие от внезапного отказа появлению постепенного отказа предшествует непрерывное и монотонное изменение одного или нескольких параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции. Ввиду этого удается предупредить появление отказа или принять меры по устранению (локализации) его нежелательных последствий.

Четкой границы между внезапными и постепенными отказами, однако, провести не удается. Механические, физические и химические процессы, которые составляют причины отказов, как правило, протекают во времени достаточно медленно. Так, усталостная трещина в стенке трубопровода или сосуда давления, зародившаяся из дефекта, медленно растет в процессе эксплуатации; этот рост в принципе может быть прослежен средствами неразрушающего контроля. Однако собственно отказ (наступление течи) происходит внезапно. Если по каким-либо причинам своевременное обнаружение несквозной трещины оказалось невозможным, то отказ придется признать внезапным.

А.14 Термин «сбой» (см. пункт 51)

Отличительным признаком сбоя является то, что восстановление работоспособного состояния объекта может быть обеспечено без ремонта, например путем воздействия оператора на органы управления, устранением обрыва нити, магнитной ленты и т. п., коррекцией положения заготовки.

Характерным примером является сбой при выполнении компьютерной программы, устраняемый повторным пуском программы с места останова или ее перезапуском сначала.

А.15 Термины «конструктивный отказ», «производственный отказ», «эксплуатационный отказ» (см. пункты 54—56)

Классификация отказов по причинам возникновения введена с целью установления, на какой стадии создания или существования объекта следует провести мероприятия для устранения причин отказов.

Допускается выделять отказы покупных комплектующих изделий. Отказы составных частей также могут быть конструктивными, производственными и эксплуатационными. Классификация не является исчерпывающей, поскольку возможно возникновение отказов, вызванных двумя или тремя причинами.

А.16 Термин «деградационный отказ» (см. пункт 57)

При анализе надежности объекта различают ранние отказы, когда проявляется влияние дефектов, не обнаруженных в процессе изготовления, испытаний и (или) приемочного контроля, и поздние, деградационные отказы. Последние происходят на заключительной стадии эксплуатации объекта, когда вследствие естественных процессов старения, изнашивания, коррозии и т. п. объект или его составные части приближаются к предельному состоянию по условиям физического износа. В соответствии с определением деградационный отказ может иметь место только при соблюдении всех установленных правил и (или) норм проектирования, изготовления и эксплуатации объекта, возникновение деградационных отказов всегда происходит за пределами планируемого полного или межремонтного срока службы (ресурса). Возможность продолжения эксплуатации по истечении планового срока службы (ресурса), с учетом возможности появления деградационных отказов, обеспечивается расчетом на долговечность с учетом физики процессов, приводящих к деградационным отказам, а также надлежащей системы технического обслуживания и ремонта.

Можно практически исключить возникновение ранних отказов, если до передачи объекта в эксплуатацию провести приработку, обкатку, технологический прогон и т. п. При этом соответственно может измениться цена объекта.

А.17 Термин «наработка» (см. пункт 24)

Наработку объекта, работающего непрерывно, можно измерять в единицах календарного времени. Если объект работает с перерывами, то различают непрерывную и суммарную наработку. В этом случае наработку также можно измерять в единицах времени. Для многих объектов физическое изнашивание связано не только с календарной продолжительностью эксплуатации, но и с объемом работы объекта, и поэтому зависит от интенсивности применения объекта по назначению. Для таких объектов наработку обычно выражают через объем выполненной работы или число рабочих циклов.

Если трактовать понятие «время» в обобщенном смысле, как параметр, используемый для описания последовательности событий и смены состояний, то принципиальная разница между наработкой и временем отсутствует даже в том случае, когда наработка является целочисленной величиной (например, календарное время тоже отсчитывают в днях, месяцах и т. п.). Поэтому наработка и родственные ей величины (ресурс, остаточный ресурс) отнесены к категории временных понятий.

А.18 Термины «наработка до отказа», «наработка между отказами», «время восстановления», «ресурс», «срок службы», «срок сохраняемости», «остаточный ресурс» (см. пункты 25—30, 32)

Перечисленные понятия относятся к конкретному объекту. Имеется важное различие между величинами, определяемыми этими понятиями, и большинством величин, характеризующих механические, физические и другие свойства объекта. Например, геометрические размеры, масса, температура, скорость и т. д. могут быть измерены непосредственно. Наработка объекта до первого отказа, его наработка между отказами, ресурс и т. п. могут быть определены лишь после того, как наступил отказ или было достигнуто предельное состояние. Пока эти события не наступили, можно говорить лишь о прогнозировании этих величин с большей или меньшей достоверностью.

Ситуация осложнена тем, что безотказная наработка, ресурс, срок службы и срок сохраняемости зависят от большого количества факторов, часть которых не может быть проконтролирована, а остальные заданы с той или иной степенью неопределенности. Безотказная работа конкретного объекта зависит от качества сырья, материалов, заготовок и полуфабрикатов, от достигнутого уровня технологии и степени стабильности технологического процесса, от уровня технологической дисциплины, от выполнения всех требований по хранению, транспортированию и применению объекта по назначению. Многие объекты включают в себя комплектующие изделия, детали и элементы, изготовленные поставщиками. Перечисленные выше факторы, влияя на работоспособность составных частей объекта, определяют его работоспособность в целом.

Опыт эксплуатации объектов массового производства показывает, что как наработка до отказа, так и наработка между отказами обнаруживают значительный статистический разброс. Аналогичный разброс имеют также ресурс, срок службы и срок сохраняемости. Этот разброс может служить характеристикой технологической культуры и дисциплины, а также достигнутого уровня технологии. Разброс наработки до первого отказа, ресурса и срока службы можно уменьшить, а их значения можно увеличить путем надлежащей и экспериментальной отработки каждого объекта до передачи в эксплуатацию. Этот подход осуществляют для особо ответственных объектов. Целесообразность такого подхода для серийных объектов должна каждый раз подтверждаться технико-экономическим анализом.

Наработка до отказа вводится как для неремонтируемых (невосстанавливаемых), так и для ремонтируемых (восстанавливаемых) объектов. Наработка между отказами определяется объемом работы объекта от отказа k до отказа ($k + 1$), где $k = 1, 2$. Эта наработка относится только к восстанавливаемым объектам.

Технический ресурс представляет собой запас возможной наработки объекта. Для неремонтируемых объектов он совпадает с продолжительностью пребывания в работоспособном состоянии в режиме применения по назначению, если переход в предельное состояние обусловлен только возникновением отказа.

Поскольку средний или капитальный ремонт позволяет частично или полностью восстанавливать ресурс, то отсчет наработки при исчислении ресурса возобновляют по окончании такого ремонта, различая в связи с этим доремонтный, межремонтный, послеремонтный и полный (до списания) ресурс.

Ресурс до ремонта исчисляют до первого среднего (капитального) ремонта. Количество возможных видов межремонтного ресурса зависит от чередования капитального и среднего ремонта. Послеремонтный ресурс отсчитывают от последнего среднего (капитального) ремонта.

Полный ресурс отсчитывают от начала эксплуатации объекта до его перехода в предельное состояние, соответствующее окончательному прекращению эксплуатации.

Аналогичным образом выделяют виды срока службы и срока сохраняемости. При этом срок службы и срок сохраняемости измеряют в единицах времени. Соотношение значений ресурса и срока службы зависит от интенсивности использования объекта. Полный срок службы, как правило, включает продолжительности всех видов ремонта.

А.19 Термины «назначенный срок службы», «назначенный ресурс», «назначенный срок хранения» (см. пункты 33—35)

Цель установления назначенного срока службы и назначенного ресурса — принудительное заблаговременное прекращение применения объекта по назначению исходя из требований безопасности или технико-экономических соображений. Для объектов, подлежащих длительному хранению, может быть установлен назначенный срок хранения, по истечении которого дальнейшее хранение недопустимо, например, из требований безопасности.

При достижении объектом назначенного ресурса (назначенного срока службы, назначенного срока хранения) в зависимости от назначения объекта, особенностей эксплуатации, технического состояния и других факторов объект может быть списан, направлен в средний или капитальный ремонт, передан для применения не по назначению, переконсервирован (при хранении) или может быть принято решение о продолжении эксплуатации.

Назначенный срок службы и назначенный ресурс являются технико-эксплуатационными характеристиками и не относятся к показателям надежности (показателям долговечности). Однако при установлении назначенного срока службы и назначенного ресурса принимают во внимание прогнозируемые (или достигнутые) значения показателей надежности. Если установлено требование безопасности, то назначенный срок службы (ресурс) должен соответствовать значениям вероятности безотказной работы по отношению к критическим отказам, близким к единице. Из соображений безопасности может быть также введен коэффициент запаса по времени.

А.20 Термины «техническое обслуживание», «восстановление», «ремонт» (см. пункты 62, 65, 69)

Техническое обслуживание включает регламентированные в конструкторской (проектной) и (или) эксплуатационной документации операции по поддержанию работоспособного и исправного состояния. В техническое обслуживание входят контроль технического состояния, очистка, смазка и т. п.

Восстановление включает в себя идентификацию отказа (определение его места и вида), наладку или замену отказавшего элемента, регулирование и контроль технического состояния элементов объекта и заключительную операцию контроля работоспособности объекта в целом.

Перевод объекта из предельного состояния в работоспособное состояние осуществляется при помощи ремонта, при котором происходит восстановление ресурса объекта в целом. В ремонт могут входить разборка, поиск дефектов, замена или восстановление отдельных блоков, деталей и сборочных единиц, сборка и т. д. Содержание отдельных операций ремонта может совпадать с содержанием операций технического обслуживания.

А.21 Термины «обслуживаемый объект», «необслуживаемый объект», «восстанавливаемый объект», «невосстанавливаемый объект» (см. пункты 63, 64, 67, 68)

При разработке объекта предусматривают выполнение (или невыполнение) технического обслуживания объектов на протяжении срока их службы, т. е. объекты делят на технически обслуживаемые и технически необслуживаемые. При этом некоторые неремонтируемые объекты являются технически обслуживаемыми.

Деление объектов на ремонтируемые и неремонтируемые связано с возможностью восстановления работоспособного состояния путем ремонта, что предусматривают и обеспечивают при разработке и изготовлении объекта.

Понятия «восстанавливаемый объект» и «невосстанавливаемый объект» связаны с возможностью проведения восстановления объекта по условиям эксплуатации (наличия доступа к восстанавливаемому объекту). Объект может быть ремонтируемым, но невосстанавливаемым в конкретной ситуации.

А.22 Термин «показатель надежности» (см. пункт 78)

К показателям надежности относят количественные характеристики надежности, которые вводят согласно правилам статистической теории надежности. Область применения этой теории ограничена крупносерийными объектами, которые изготавливают и эксплуатируют в статистически однородных условиях и к совокупности которых применимо статистическое толкование вероятности. Примером служат серийные изделия машиностроения, электротехнической и радиоэлектронной промышленности.

Применение статистической теории надежности к уникальным и мелкосерийным объектам ограничено. Эта теория применима для единичных восстанавливаемых (ремонтируемых) объектов, в которых в соответствии с

нормативной и технической документацией допустимы многократные отказы, для описания последовательности которых применима модель потока случайных событий. Теорию применяют также к уникальным и мелкосерийным объектам, которые в свою очередь состоят из объектов массового производства. В этом случае расчет показателей надежности объекта в целом проводят методами статистической теории надежности по известным показателям надежности составных частей и элементов.

Методы статистической теории надежности позволяют установить требования к надежности составных частей и элементов на основании требований к надежности объекта в целом.

Статистическая теория надежности является составной частью более общего подхода к расчетной оценке надежности технических объектов, при котором отказы рассматривают как результат взаимодействия объекта как физической системы с другими объектами и окружающей средой. Так, при проектировании строительных сооружений и конструкций учитывают в явной или неявной форме статистический разброс механических свойств материалов, элементов и соединений, а также изменчивость (во времени и в пространстве) параметров, характеризующих внешние нагрузки и воздействия. Большая часть показателей надежности полностью сохраняет смысл и при более общем подходе к расчетной оценке надежности. В простейшей модели расчета на прочность по схеме «параметр нагрузки — параметр прочности» вероятность безотказной работы совпадает с вероятностью того, что в пределах заданного отрезка времени значение параметра нагрузки ни разу не превысит значения параметра прочности. При этом оба параметра могут быть случайными функциями времени.

На стадии проектирования и конструирования показатели надежности трактуют как характеристики вероятностных или частично вероятностных математических моделей создаваемых объектов. На стадиях экспериментальной отработки, испытаний и эксплуатации используют статистические оценки соответствующих вероятностных характеристик.

В целях единообразия все показатели надежности, перечисленные в настоящем стандарте, определены как вероятностные характеристики. Это подчеркивает также возможность прогнозирования значения этих показателей на стадии проектирования.

Показатели надежности вводят по отношению к определенным режимам и условиям эксплуатации, установленным в документации.

А.23 Термины «единичный показатель надежности» и «комплексный показатель надежности» (см. пункты 79, 80)

В отличие от единичного показателя надежности комплексный показатель надежности количественно характеризует не менее двух свойств, составляющих надежность, например безотказность и ремонтопригодность. Примером комплексного показателя надежности служит коэффициент готовности (см. пункт 106) $K_г$, стационарное значение которого (если оно существует) определяют по формуле

$$K_г = \frac{T}{T + T_в}, \tag{А.1}$$

где T — средняя наработка между отказами (см. пункт 88);

$T_в$ — среднее время восстановления (см. пункт 100).

А.24 Термины «расчетная оценка показателя надежности», «экспериментальная оценка показателя надежности», «эксплуатационная оценка показателя надежности», «экстраполированная оценка показателя надежности» (см. пункты 81—84)

Такая классификация оценок показателей надежности зависит от способа их определения. Наличие этих понятий должно предупредить путаницу, которая может возникнуть на практике при анализе и обработке числовых данных, полученных разными способами и на разных стадиях жизненного цикла объекта.

А.25 Термин «вероятность безотказной работы» (см. пункт 85)

Вероятность безотказной работы определяют в предположении, что в начальный момент времени объект находился в работоспособном состоянии. Обозначим через t время или суммарную наработку объекта (далее — просто наработка). Возникновение первого отказа — случайное событие, а наработка τ от начального момента до возникновения этого события — случайная величина. Вероятность безотказной работы $P(t)$ объекта в интервале от 0 до t включительно имеет вид:

$$P(t) = P\{\tau > t\}. \tag{А.2}$$

Здесь $P\{\cdot\}$ — вероятность события, заключенного в скобках. Вероятность безотказной работы $P(t)$ является функцией наработки t. Обычно эту функцию предполагают непрерывной и дифференцируемой.

Если способность объекта выполнять заданные функции характеризуется одним параметром v, то вместо формулы (А.2) можно записать:

$$P(t) = P\{v_*(t_1) < v(t_1) < v_{**}(t_1);\ 0 \le t_1 \le t\}, \quad (A.3)$$

где v_* и v_{**} — предельные по условиям работоспособности значения параметров (эти значения могут изменяться во времени).

Аналогично вводят вероятность безотказной работы в более общем случае, когда состояние объекта характеризуется набором параметров с допустимой по условиям областью значений этих параметров.

Вероятность безотказной работы $P(t)$ связана с функцией распределения $F(t)$ и плотностью распределения $f(t)$ наработки до отказа:

$$F(t) = 1 - P(t);\quad f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = -\frac{dP(t)}{dt}. \quad (A.4)$$

Наряду с понятием «вероятность безотказной работы» часто используют понятие «вероятность отказа», которое определяется следующим образом: это вероятность того, что объект откажет хотя бы один раз в течение заданной наработки, будучи работоспособным в начальный момент времени. Вероятность отказа на отрезке от 0 до t определяют по формуле

$$Q(t) = 1 - P(t) = F(t). \quad (A.5)$$

Точечные оценки вероятности безотказной работы $\hat{P}(t)$ от 0 до t и функции распределения наработки до отказа $\hat{F}(t)$ дают формулы:

$$\hat{P}(t) = 1 - \frac{n(t)}{N};\quad \hat{F}(t) = \frac{n(t)}{N}, \quad (A.6)$$

где N — количество объектов, работоспособных в начальный момент времени;

$n(t)$ — количество объектов, отказавших на отрезке от 0 до t.

Для получения достоверных оценок объем выборки N должен быть достаточно велик.

Формулы (А.2) и (А.3) относятся к объектам, которые должны функционировать в течение некоторого конечного отрезка времени. Для объектов одноразового (дискретного) применения вероятность безотказной работы определяют как вероятность того, что при срабатывании объекта отказ не возникает. Аналогично вводят вероятность безотказного включения (например, в рабочий режим из режима ожидания).

А.26 Термины «гамма-процентная наработка до отказа», «гамма-процентный ресурс», «гамма-процентный срок службы», «гамма-процентное время восстановления», «гамма-процентный срок сохраняемости» (см. пункты 87, 96, 98, 101, 105)

Перечисленные показатели определяют как корни t_γ уравнения

$$F(t_\gamma) = 1 - \frac{\gamma}{100}, \quad (A.7)$$

где $F(t)$ — функция распределения наработки до отказа (ресурса, срока службы).

В частности, гамма-процентную наработку до отказа t_γ определяют из уравнения

$$P(t_\gamma) = \frac{\gamma}{100}, \quad (A.8)$$

где $P(t)$ — вероятность безотказной работы.

Как видно из формулы (А.7), гамма-процентные показатели равны квантилям соответствующих распределений. Если вероятности, отвечающие этим квантилям, выражают в процентах, то для показателей безотказности обычно задают значения 90; 95; 99; 99,5 % и т. д. Тогда вероятность возникновения отказа на отрезке [0; t] составляет 0,10; 0,05; 0,01; 0,005 и т. д. Задаваемые значения γ для критических отказов должны быть близки к 100 %, чтобы сделать критические отказы практически невозможными событиями. Для прогнозирования потребности в запасных частях, ремонтных мощностях, а также для расчета пополнения и обновления парков машин, приборов и установок могут потребоваться гамма-процентные показатели при более низких значениях γ, например при γ = 50 %, что приближенно соответствует средним значениям.

Статистические оценки для гамма-процентных показателей могут быть получены на основе статистических данных либо непосредственно, либо после аппроксимации эмпирических функций подходящими аналитическими распределениями. Необходимо иметь в виду, что экстраполирование эмпирических результатов за пределы продолжительности испытаний (наблюдений) без привлечения дополнительной информации о физике процессов, приводящих к отказу, может привести к значительным ошибкам.

А.27 Термины «средняя наработка до отказа», «средний ресурс», «средний срок службы», «среднее время восстановления», «средний срок сохраняемости» (см. пункты 86, 95, 97, 100, 104)

Перечисленные показатели равны математическим ожиданиям соответствующих случайных величин наработки до отказа, ресурса, срока службы, времени восстановления, срока сохраняемости.

Среднюю наработку до отказа T_1 вычисляют по формуле

$$T_1 = \int_0^\infty tf(t)dt = \int_0^\infty [1 - F(t)]dt, \tag{А.9}$$

где $F(t)$ — функция распределения наработки до отказа;

$f(t)$ — плотность распределения наработки до отказа.

С учетом формулы (А.4) T_1 выражается через вероятность безотказной работы:

$$T_1 = \int_0^\infty P(t)dt. \tag{А.10}$$

Оценка средней наработки до отказа имеет вид

$$\hat{T}_1 = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} \tau_j, \tag{А.11}$$

здесь N — количество работоспособных объектов при $t = 0$;

τ_j — наработка до первого отказа каждого из объектов.

Формула (А.11) соответствует плану испытаний, при котором все объекты испытывают до отказа.

А.28 Термин «средняя наработка между отказами» (см. пункт 88)

Этот показатель применим к восстанавливаемым объектам, при эксплуатации которых допускаются многократно повторяющиеся отказы. Очевидно, что это должны быть несущественные отказы, не приводящие к серьезным последствиям и не требующие значительных затрат на восстановление работоспособного состояния. Эксплуатация таких объектов может быть описана следующим образом: в начальный момент времени объект начинает работать и продолжает работать до первого отказа; после отказа происходит восстановление работоспособности, и объект вновь работает до отказа и т. д. На оси времени моменты отказов образуют поток отказов, а моменты восстановлений — поток восстановлений. На оси суммарной наработки (когда время восстановления не учитывается) моменты отказов образуют поток отказов. Полное и строгое математическое описание эксплуатации объектов по этой схеме построено на основе теории восстановления.

Средней наработке между отказами T соответствует следующая формула:

$$T = \frac{t}{E\{r(t)\}}, \tag{А.12}$$

где t — суммарная наработка;

$r(t)$ — количество отказов, произошедших в течение этой наработки;

$E\{r(t)\}$ — математическое ожидание $r(t)$.

В общем случае средняя наработка между отказами оказывается функцией t. Для стационарных потоков отказов средняя наработка на отказ от t не зависит.

Оценку средней наработки между отказами $\hat{T}$ вычисляют по формуле, аналогичной формуле (А.12)

$$\hat{T} = \frac{t}{r(t)}. \tag{А.13}$$

В отличие от формулы (А.12) здесь $r(t)$ — количество отказов, фактически произошедших за период суммарной наработки t.

Формула (А.13) допускает обобщение на случай, когда объединяют данные, относящиеся к группе однотипных объектов, которые эксплуатируют в статистически однородных условиях. Если поток отказов — стационарный, то в формуле (А.13) достаточно заменить t на сумму наработок всех наблюдаемых объектов и заменить $r(t)$ на суммарное количество отказов этих объектов.

А.29 Термины «интенсивность отказов» и «интенсивность восстановления» (см. пункты 90, 102)

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ определяют по формуле

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)} = \frac{1}{P(t)} \frac{dP(t)}{dt}. \quad (А.14)$$

Для высоконадежных систем $P(t) \approx 1$, так что интенсивность отказов приближенно равна плотности распределения наработки до отказа.

Статистическая оценка интенсивности отказов $\hat{\lambda}(t)$ имеет вид

$$\hat{\lambda}(t) = \frac{n(t + \Delta t) - n(t)}{N \Delta t}, \quad (А.15)$$

где использованы те же обозначения, что и в формуле (А.6). Аналогично можно представить оценку интенсивности восстановлений.

А.30 Термины «параметр потока отказов» и «средний параметр потока отказов» (см. пункты 92, 93)

Параметр потока отказов $\mu(t)$ определяют по формуле

$$\mu(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{M\{r(t + \Delta t) - r(t)\}}{\Delta t}, \quad (А.16)$$

где Δt — малый период наработки;

$r(t)$ — количество отказов, возникших с начального момента времени до достижения наработки t.

Разность $r(t + \Delta t) - r(t)$ представляет собой количество отказов на отрезке Δt.

Наряду с параметром потока отказов в расчетах и обработке экспериментальных данных часто используют средний параметр потока отказов

$$\bar{\mu}(t) = \frac{E\{r(t_2) - r(t_1)\}}{t_2 - t_1}. \quad (А.17)$$

По сравнению с формулой (А.16) здесь рассматривается количество отказов за период $[t_1, t_2]$, причем $t_1 \le t \le t_2$. Если поток отказов стационарный, то параметры, определяемые по формулам (А.16) и (А.17), от t не зависят.

Оценку параметра потока отказов $\mu(t)$ определяют по формуле

$$\hat{\mu}(t) = \frac{r(t_2) - r(t_1)}{t_2 - t_1}, \quad (А.18)$$

которая по структуре аналогична формуле (А.17). Для стационарных потоков можно применять формулу

$$\hat{\mu} = \frac{1}{\hat{T}}, \quad (А.19)$$

где $\hat{T}$ — оценка средней наработки между отказами [формула (А.12)].

А.31 Термины «коэффициент готовности», «коэффициент оперативной готовности», «коэффициент технического использования», «коэффициент сохранения эффективности» (см. пункты 106, 108, 109, 110)

Коэффициент готовности характеризует готовность объекта к применению по назначению только в отношении его работоспособности в произвольный момент времени. Коэффициент оперативной готовности характеризует надежность объекта, необходимость применения которого возникает в произвольный момент времени, после которого требуется безотказная работа в течение заданной продолжительности времени. Различают стационарный и нестационарный коэффициенты готовности, а также средний коэффициент готовности.

Коэффициент технического использования характеризует долю времени пребывания объекта в работоспособном состоянии относительно общей продолжительности эксплуатации. Коэффициент сохранения эффективности характеризует степень влияния отказов на эффективность его применения по назначению. Для каждого

конкретного типа объектов содержание понятия эффективности и точный смысл показателя (показателей) эффективности устанавливают в техническом задании и вводят в нормативно-техническую и (или) конструкторскую (проектную) документацию.

А.32 Термин «резервирование» (см. пункт 121)

Резервирование — одно из основных средств обеспечения заданного уровня надежности объекта при недостаточно надежных составных частях и элементах. Цель резервирования — обеспечение безотказности объекта в целом, т. е. сохранение его работоспособности при возникновении отказа одного или нескольких элементов. Наряду с резервированием путем введения дополнительных (резервных) элементов находят широкое применение другие виды резервирования. Среди них временное резервирование (с использованием резервов времени), информационное резервирование (с использованием резервов информации), функциональное резервирование, при котором используется способность элементов выполнять дополнительные функции или способность объекта перераспределять функции между элементами, нагрузочное резервирование, при котором используется способность элементов воспринимать дополнительные нагрузки сверх номинальных, а также способность объекта перераспределять нагрузки между элементами.

А.33 Термины «нормирование надежности», «нормируемый показатель надежности» (см. пункты 111, 112)

При выборе номенклатуры нормируемых показателей надежности необходимо учитывать назначение объекта, степень его ответственности, условия эксплуатации, особенности отказов (внезапные, постепенные и т. п.), возможные последствия отказов, возможные типы предельных состояний. При этом целесообразно, чтобы общее количество нормируемых показателей надежности было минимально; нормируемые показатели имели простой физический смысл, допускали возможность определения расчетной оценки на этапе проектирования, статистической оценки и подтверждения по результатам испытаний и (или) эксплуатации.

При обосновании численных значений нормируемых показателей надежности необходимо руководствоваться принципом оптимального распределения затрат на повышение надежности, техническое обслуживание и ремонт.

Значения нормируемых показателей надежности учитывают при назначении гарантийного срока эксплуатации (гарантийной наработки, гарантийного срока хранения), которые являются технико-экономическими (отчасти коммерческими) характеристиками объекта и не относятся к показателям надежности. Гарантийные сроки, показатели надежности и цена объекта должны быть взаимоувязаны.

Длительность гарантийного срока эксплуатации (гарантийной наработки, гарантийного срока хранения) должна быть достаточной для выявления и устранения скрытых дефектов и определяется соглашением между потребителем (заказчиком) и поставщиком (изготовителем).

А.34 Термин «программа обеспечения надежности» (см. пункт 113)

Программа обеспечения надежности — важнейший документ, являющийся организационно-технической основой создания объектов, удовлетворяющих заданным требованиям по надежности. Программа должна охватывать все или отдельные стадии жизненного цикла объекта.

Программа обеспечения надежности включает, в частности, программу экспериментальной отработки, которая определяет цели, задачи, порядок проведения и необходимый объем испытаний или экспериментальной отработки, а также регламентирует порядок подтверждения показателей надежности на стадии разработки. Программа обеспечения надежности в части ремонтопригодности устанавливает комплекс взаимосвязанных организационно-технических требований и мероприятий, направленных на обеспечение заданных требований по ремонтопригодности и (или) повышение ремонтопригодности. Она разрабатывается одновременно с программой обеспечения надежности и является либо ее составной частью, либо самостоятельной программой.

А.35 Термин «испытания на надежность» (см. пункт 139)

Испытания на надежность относятся к числу важнейших составных частей работы по обеспечению и повышению надежности технических объектов. Эти испытания в зависимости от контролируемых (оцениваемых) свойств, составляющих надежность, могут состоять из испытаний на безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость. В частности, ресурсные испытания относятся к испытаниям на долговечность.

Планирование испытаний и обработку их результатов проводят с применением методов математической статистики. Оценку значений показателей надежности по результатам испытаний следует определять с заданной точностью (т. е. при заданной относительной погрешности) и с заданной достоверностью (т. е. с заданным уровнем доверительной вероятности). Аналогичные требования предъявляют к контрольным испытаниям. Ускорение (форсирование) испытаний не должно приводить к снижению точности и достоверности оценок.

УДК 62-192:658.51.011:658.562:623:006.354 ОКС 21.020

Ключевые слова: надежность, безотказность, готовность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость, показатели надежности, наработка, ресурс, срок службы, нормирование надежности, испытания на надежность, восстановление, резервирование, структура объекта

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Г.Д. Мухиной*

Сдано в набор 12.10.2021. Подписано в печать 26.10.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,18.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru