ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ

Термины и определения

ГОСТ 13377-75

Издание официальное

Издательство стандартов
Москва

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАН
Всесоюзным научно-исследовательским институтом стандартизации (ВНИИС)

Директор института Гличев А. В.
Руководитель темы Мартынов Г. К.
Исполнители Цибизов Н. И., Вениаминов Ю. С., Лосицкий О. Г., Пославский О. Ф., Фомин В. Н., Мартынов Г. К., Эренбург Э. С., Егиазаров И. А., Хазов Б. Ф.
Научные консультанты д-р техн. наук, проф. Абрамов А. С., д-р физ.-мат. наук, проф. Беляев Ю. К., д-р техн. наук, проф. Волков П. Н., д-р техн. наук, проф. Губинский А. И., д-р техн. наук Кугель Р. В., чл.-корр. АН СССР Кузнецов Н. Д., д-р техн. наук Ушаков И. А., канд. техн. наук Шишмок Н. А., д-р техн. наук, проф. Шор Я. Б.

Межведомственным научно-техническим советом по проблеме надежности и долговечности и контроля качества промышленной продукции (МНТС) при Председателе Госстандарта СССР

Исполнитель Сорин Я. М.

Всесоюзным научно-исследовательским институтом технической информации, классификации и кодирования (ВНИИКИ)

Директор института Панфилов Е. А.
Исполнители: Сухов Н. К., Никифоров В. П.

ВНЕСЕН
Всесоюзным научно-исследовательским институтом стандартизации (ВНИИС)

Директор института Гличев А. В.

ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ Всесоюзным научно-исследовательским институтом стандартизации (ВНИИС)

Директор института Гличев А. В.

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 31 января 1975 г. № 290

УДК 62-192:001.4(083.74)

Группа Т00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ГОСТ 13377—75

НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Dependability in technics Terms and definitions

Взамен ГОСТ 13377—67, ГОСТ 16503—70

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 31/I 1975 г. № 290 срок действия установлен

с 01.07 1975 г.
до 01.07 1980 г.

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает применяемые в науке и технике термины и определения основных понятий в области надежности.

Термины, установленные настоящим стандартом, обязательны для применения в документации всех видов, учебниках, учебных пособиях, технической и справочной литературе. В остальных случаях применение этих терминов рекомендуется.

В стандарте все термины и определения даны применительно к техническим объектам. Под объектом понимается предмет определенного целевого назначения, рассматриваемый в периоды проектирования, производства, эксплуатации, исследований и испытаний на надежность.

Объектами могут быть изделия, системы и их элементы, в частности, сооружения, установки, устройства, машины, аппараты, приборы и их части, агрегаты и отдельные детали.

Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин. Применение терминов-синонимов стандартизованного термина не допускается. Недопустимые к применению термины-синонимы приведены в стандарте в качестве справочных и обозначены пометкой «Ндп».

Для отдельных стандартизованных терминов-словосочетаний в стандарте приведены в качестве справочных их краткие формы. Стандартизованные термины напечатаны полужирным шрифтом, краткая форма — светлым, недопустимые — курсивом.

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

★

© Издательство стандартов, 1975

Показатели, приведенные в настоящем стандарте, рассматриваются применительно к установленным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования, с учетом квалификации обслуживающего персонала.

Допускается применение отраслевых терминов и показателей, не установленных стандартом, отражающих специфические особенности объектов отрасли, но не противоречащих терминам и определениям настоящего стандарта.

В справочном приложении даны примеры и пояснения к некоторым терминам.

Термин	Определение
	ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ
1. **Надежность**	Свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Примечание. Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации может включать безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость в отдельности или определенное сочетание этих свойств как для объекта, так и для его частей. «Эксплуатационные показатели» — показатели производительности, скорости, расхода электроэнергии, топлива и т. п.
2. **Безотказность**	Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки
3. **Долговечность**	Свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов
4. **Ремонтопригодность**	Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения его отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания
5. **Сохраняемость**	Свойство объекта непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после хранения и (или) транспортирования
6. **Исправное состояние** **Исправность**	Состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией

Термин	Определение
7. Неисправное состояние Неисправность	Состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований, установленных нормативно-технической документацией
8. Работоспособное состояние Работоспособность	Состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией
9. Неработоспособное состояние Неработоспособность	Состояние объекта, при котором значение хотя бы одного заданного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям, установленным нормативно-технической документацией
10. Предельное состояние	Состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация должна быть прекращена из-за неустранимого нарушения требований безопасности, или неустранимого ухода заданных параметров за установленные пределы, или неустранимого снижения эффективности эксплуатации ниже допустимой, или необходимости проведения среднего или капитального ремонта. Примечание. Признаки (критерии) предельного состояния устанавливаются нормативно-технической документацией на данный объект
11. Повреждение	Событие, заключающееся в нарушении исправности объекта или его составных частей вследствие влияния внешних воздействий, превышающих уровни, установленные в нормативно-технической документации на объект. Примечание. Повреждение может быть существенным и являться причиной нарушения работоспособности и не существенным, при котором работоспособность объекта сохраняется
12. Отказ	Событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта. Примечание. Признаки (критерии) отказов устанавливаются нормативно-технической документацией на данный объект
13. Восстанавливаемый объект	Объект, работоспособность которого в случае возникновения отказа подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации
14. Невосстанавливаемый объект	Объект, работоспособность которого в случае возникновения отказа не подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации
15. Ремонтируемый объект	Объект, исправность и работоспособность которого в случае возникновения отказа или повреждения подлежит восстановлению
16. Неремонтируемый объект	Объект, исправность и работоспособность которого в случае возникновения отказа или повреждения не подлежит восстановлению.
17. Показатель надежности	Количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта

Термин	Определение
18. Единичный показатель надежности	Показатель надежности, относящийся к одному из свойств, составляющих надежность объекта
19. Комплексный показатель надежности	Показатель надежности, относящийся к нескольким свойствам, составляющим надежность объекта
20. Наработка	Продолжительность или объем работы объекта
21. Технический ресурс Ресурс	Наработка объекта от начала эксплуатации или ее возобновления после среднего или капитального ремонта до наступления предельного состояния
22. Срок службы	Календарная продолжительность эксплуатации объекта от ее начала или возобновления после среднего или капитального ремонта до наступления предельного состояния
23. Срок сохраняемости	Календарная продолжительность хранения и (или) транспортирования объекта в заданных условиях, в течение и после которой сохраняются значения заданных показателей в установленных пределах

ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

Единичные показатели

ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОТКАЗНОСТИ

24. Вероятность безотказной работы	Вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет
25. Средняя наработка до отказа	Математическое ожидание наработки объекта до первого отказа
26. Интенсивность отказов Идп. *Опасность отказов*	Условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник
27. Параметр потока отказов Идп. *Средняя частота отказов, интенсивность потока отказов*	Плотность вероятности возникновения отказа восстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени
28. Наработка на отказ	Отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки

Примечание к терминам 24—28. Для режимов хранения и (или) транспортирования могут применяться аналогично определяемые показатели безотказности, например, вероятность невозникновения отказа за время хранения (транспортирования), время хранения (транспортирования) на отказ, среднее время хранения (транспортирования) до отказа.

Термин	Определение
ПОКАЗАТЕЛИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ	
29. **Гамма-процентный ресурс**	Наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью γ процентов
30. **Средний ресурс**	Математическое ожидание ресурса
31. **Назначенный ресурс**	Суммарная наработка объекта, при достижении которой эксплуатация должна быть прекращена независимо от его состояния
32. **Средний ресурс между средними (капитальными) ремонтами**	Средний ресурс между смежными средними (капитальными) ремонтами объекта
33. **Средний ресурс до списания**	Средний ресурс объекта от начала эксплуатации до его списания, обусловленного предельным состоянием
34. **Средний ресурс до среднего (капитального) ремонта**	Средний ресурс от начала эксплуатации объекта до его первого среднего (капитального) ремонта
35. **Гамма-процентный срок службы**	Календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью γ процентов
36. **Средний срок службы**	Математическое ожидание срока службы
37. **Средний срок службы между средними (капитальными) ремонтами**	Средний срок службы между смежными средними (капитальными) ремонтами. Примечание к терминам 33 и 37. Средний ресурс и средний срок службы между средними ремонтами определяются при условии, что между этими ремонтами не выполняется капитальный ремонт
38. **Средний срок службы до среднего (капитального) ремонта**	Средний срок службы от начала эксплуатации объекта до его первого среднего (капитального) ремонта
39. **Средний срок службы до списания**	Средний срок службы от начала эксплуатации объекта до его списания, обусловленного предельным состоянием
ПОКАЗАТЕЛИ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ	
40. **Вероятность восстановления в заданное время** **Вероятность своевременного восстановления**	Вероятность того, что время восстановления работоспособности объекта не превысит заданного. Примечание. Время восстановления — время, затрачиваемое на обнаружение, поиск причины отказа и устранение последствий отказа
41. **Среднее время восстановления**	Математическое ожидание времени восстановления работоспособности

Термин	Определение
ПОКАЗАТЕЛИ СОХРАНЯЕМОСТИ	
42. **Гамма-процентный срок сохраняемости**	Срок сохраняемости, который будет достигнут объектом с заданной вероятностью γ процентов
43. **Средний срок сохраняемости**	Математическое ожидание срока сохраняемости
КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ	
44. **Коэффициент готовности** Ндп. *Коэффициент эксплуатационной надежности*	Вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых использование объекта по назначению не предусматривается
45. **Коэффициент технического использования**	Отношение математического ожидания времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий времени пребывания объекта в работоспособном состоянии, времени простоев, обусловленных техническим обслуживанием, и времени ремонтов за тот же период эксплуатации
46. **Коэффициент оперативной готовности**	Вероятность того, что объект, находясь в режиме ожидания, окажется работоспособным в произвольный момент времени и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени
47. **Средняя суммарная трудоемкость технического обслуживания**	Математическое ожидание суммарных трудозатрат на проведение технического обслуживания объекта за определенный период эксплуатации
48. **Удельная суммарная трудоемкость технического обслуживания**	Отношение средней суммарной трудоемкости технического обслуживания к математическому ожиданию суммарной наработки объекта за один и тот же период эксплуатации
49. **Средняя суммарная трудоемкость ремонтов**	Математическое ожидание суммарных трудозатрат на все виды ремонтов объекта за определенный период эксплуатации
50. **Удельная суммарная трудоемкость ремонтов**	Отношение средней суммарной трудоемкости ремонтов к математическому ожиданию суммарной наработки объекта за один и тот же период эксплуатации
51. **Средняя суммарная стоимость технического обслуживания**	Математическое ожидание суммарных затрат на проведение технического обслуживания объекта за определенный период эксплуатации
52. **Удельная суммарная стоимость технического обслуживания**	Отношение средней суммарной стоимости технического обслуживания к математическому ожиданию суммарной наработки объекта за один и тот же период эксплуатации

Термин	Определение
53. Средняя суммарная стоимость ремонтов	Математическое ожидание суммарных затрат на все виды ремонтов за определенный период эксплуатации
54. Удельная суммарная стоимость ремонтов	Отношение средней суммарной стоимости ремонтов к математическому ожиданию суммарной наработки объекта за один и тот же период эксплуатации
	Отказы
55. Внезапный отказ	Отказ, характеризующийся скачкообразным изменением одного или нескольких заданных параметров объекта
56. Постепенный отказ	Отказ, характеризующийся постепенным изменением одного или нескольких заданных параметров объекта
57. Независимый отказ элемента	Отказ элемента объекта, не обусловленный повреждением или отказами других элементов объекта
58. Зависимый отказ элемента	Отказ элемента объекта, обусловленный повреждением или отказом другого элемента объекта
59. Сбой	Самоустраняющийся отказ, приводящий к кратковременному нарушению работоспособности
60. Перемежающийся отказ	Многократно возникающий сбой одного и того же характера
61. Конструкционный отказ	Отказ, возникший в результате нарушения установленных правил и (или) норм конструирования
62. Производственный отказ	Отказ, возникший в результате нарушения установленного процесса изготовления или ремонта объекта
63. Эксплуатационный отказ	Отказ, возникший в результате нарушения установленных правил и (или) условий эксплуатации объекта
	РЕЗЕРВИРОВАНИЕ
64. Резервирование	Метод повышения надежности объекта введением избыточности. Примечание. Избыточность — дополнительные средства и возможности сверх минимально необходимых для выполнения объектом заданных функций
65. Структурное резервирование	Резервирование, предусматривающее использование избыточных элементов структуры объекта
66. Временное резервирование	Резервирование, предусматривающее использование избыточного времени
67. Информационное резервирование	Резервирование, предусматривающее использование избыточной информации

Термин	Определение
68. Функциональное резервирование	Резервирование, предусматривающее использование способности элементов выполнять дополнительные функции
69. Нагрузочное резервирование	Резервирование, предусматривающее использование способности объекта воспринимать дополнительные нагрузки
70. Основной элемент	Элемент структуры, объекта, минимально необходимой для выполнения объектом заданных функций
71. Резервный элемент Резерв	Элемент, предназначенный для обеспечения работоспособности объекта в случае отказа основного элемента
72. Нагруженный резерв Ндп. *Горячий резерв*	Резервный элемент, находящийся в том же режиме, что и основной элемент
73. Облегченный резерв Ндп. *Теплый резерв*	Резервный элемент, находящийся в менее нагруженном режиме, чем основной
74. Ненагруженный резерв Ндп. *Холодный резерв*	Резервный элемент, практически не несущий нагрузок
75. Восстанавливаемый резерв	Резервный элемент, работоспособность которого в случае отказа подлежит восстановлению
76. Невосстанавливаемый резерв	Резервный элемент, работоспособность которого в случае отказа не подлежит восстановлению
77. Общее резервирование	Резервирование, при котором резервируется объект в целом
78. Раздельное резервирование	Резервирование, при котором резервируются отдельные элементы объекта или их группы
79. Смешанное резервирование	Совмещение различных видов резервирования
80. Постоянное резервирование	Резервирование, при котором резервные элементы участвуют в функционировании объекта наравне с основными
81. Резервирование замещением	Резервирование, при котором функции основного элемента передаются резервному только после отказа основного элемента
82. Скользящее резервирование	Резервирование замещением, при котором группа основных элементов объекта резервируется одним или несколькими резервными элементами, каждый из которых может заменить любой отказавший основной элемент в данной группе
83. Кратность резервирования	Отношение числа резервных элементов к числу резервируемых ими основных элементов объекта
84. Дублирование	Резервирование, кратность которого равна единице
85. Резервирование с восстановлением	Резервирование, при котором работоспособность любого основного и резервного элементов объекта в случаях возникновения их отказов подлежит восстановлению в процессе эксплуатации объекта
86. Резервирование без восстановления	Резервирование, при котором работоспособность любого основного и резервного элементов объекта в случаях возникновения их отказов не подлежит восстановлению в процессе эксплуатации объекта

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Безотказность 2
Вероятность безотказной работы 24
Вероятность восстановления в заданное время 40
Вероятность своевременного восстановления 40
Время восстановления среднее 41
Долговечность 3
Дублирование 84
Интенсивность отказов 26
Интенсивность потока отказов 27
Исправность 6
Коэффициент готовности 44
Коэффициент готовности оперативной 46
Коэффициент технического использования 45
Коэффициент эксплуатационной надежности 44
Кратность резервирования 83
Надежность 1
Наработка 20
Наработка до отказа средняя 25
Наработка на отказ 28
Неисправность 7
Неработоспособность 9
Объект восстанавливаемый 13
Объект невосстанавливаемый 14
Объект неремонтируемый 16
Объект ремонтируемый 15
Опасность отказов 28
Отказ 12
Отказ внезапный 55
Отказ конструкционный 61
Отказ перемежающийся 60
Отказ постепенный 56
Отказ производственный 62
Отказ эксплуатационный 63
Отказ элемента зависимый 58
Отказ элемента независимый 57
Параметр потока отказов 27
Повреждение 11
Показатель надежности 17
Показатель надежности единичный 18
Показатель надежности комплексный 19
Работоспособность 8
Резерв 71
Резерв восстанавливаемый 75
Резерв горячий 72
Резерв нагруженный 72
Резерв невосстанавливаемый 76
Резерв ненагруженный 74
Резерв облегченный 73
Резерв теплый 73
Резерв холодный 74
Резервирование 64
Резервирование без восстановления 86
Резервирование временно́е 66
Резервирование замещением 81
Резервирование информационное 67

Резервирование нагрузочное 69
Резервирование общее 77
Резервирование постоянное 80
Резервирование раздельное 78
Резервирование с восстановлением 85
Резервирование скользящее 82
Резервирование смешанное 79
Резервирование структурное 65
Резервирование функциональное 68
Ремонтопригодность 4
Ресурс 21
Ресурс технический 21
Ресурс гамма-процентный 29
Ресурс средний до среднего (капитального) ремонта 34
Ресурс средний между средними (капитальными) ремонтами 32
Ресурс назначенный 31
Ресурс средний до списания 33
Ресурс средний 30
Сбой 59
Состояние исправное 6
Состояние неисправное 7
Состояние неработоспособное 9
Состояние предельное 10
Состояние работоспособное 8
Сохраняемость 5
Срок службы 22
Срок службы гамма-процентный 35
Срок службы средний до первого среднего (капитального) ремонта 38
Срок службы до списания средний 39
Срок службы средний между средними (капитальными) ремонтами 37
Срок службы средний 36
Срок сохраняемости 23
Срок сохраняемости гамма-процентный 42
Срок сохраняемости средний 43
Стоимость ремонтов средняя суммарная 53
Стоимость ремонтов удельная суммарная 54
Стоимость технического обслуживания средняя суммарная 51
Стоимость технического обслуживания удельная суммарная 52
Трудоемкость технического обслуживания суммарная средняя 47
Трудоемкость технического обслуживания суммарная удельная 48
Трудоемкость ремонтов суммарная средняя 49
Трудоемкость ремонтов суммарная удельная 50
Элемент основной 70
Элемент резервный 71
Частота отказов средняя 27

ПРИЛОЖЕНИЕ к ГОСТ 13377—75

Справочное

ПОЯСНЕНИЯ К НЕКОТОРЫМ ТЕРМИНАМ

К термину «Надежность»

Под качеством продукции понимается совокупность ее свойств, обусловливающая пригодность продукции для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с ее назначением. Одним из свойств этой совокупности является надежность. Надежность — сложное свойство, включающее, в свою очередь, такие свойства, как безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость.

Для конкретных объектов и условий их эксплуатации эти свойства могут иметь различную относительную значимость. Например, для некоторых неремонтируемых объектов надежность включает в себя, в основном их безотказность.

Для ремонтируемых объектов одним из важнейших свойств, составляющих надежность, может являться ремонтопригодность.

Например, для поточной линии с достаточно емкими бункерами, станки которой имеют низкие показатели безотказности, но одновременно высокие показатели ремонтопригодности, частые отказы станков не снижают показателей производительности линии, так как восстановление отказавших станков происходит быстрее, чем исчерпываются запасы изделий в бункерах. Таким образом, ремонтопригодность наряду с безотказностью в этом случае является свойством, входящим в состав надежности.

Количественно надежность объекта оценивается с помощью показателей, которые выбираются и определяются с учетом особенностей объекта, режимов и условий его эксплуатации и последствий отказов.

Значения показателей надежности объекта в зависимости от условий обеспечения надежности могут изменяться на различных стадиях его создания и существования — в процессах проектирования, производства и эксплуатации, что связано с уровнем качества этих процессов, подготовки персонала и т.п.

Под «обеспечением надежности объекта» понимается совокупность организационно-технических и научно-методических мероприятий, направленных на достижение или поддержание заданных показателей надежности на всех стадиях существования.

Определения к терминам «Эксплуатация», «Режимы и условия использования» приведены в ГОСТ 17526—72.

К термину «Безотказность»

Свойством безотказности объект обладает как в период его использования, так и в периоды хранения и транспортирования.

К термину «Ремонтопригодность»

В ряде случаев показатели ремонтопригодности в нормативно-технической документации относятся к регламентируемым условиям ремонта.

К терминам «Исправность» и «Работоспособность»

Понятие «исправность» шире, чем понятие «работоспособность». Работоспособный объект в отличие от исправного удовлетворяет лишь тем требованиям

нормативной документации, которые обеспечивают его нормальное функционирование при выполнении заданных функций. При этом он может не удовлетворять, например, требованиям, относящимся только к внешнему виду. Работоспособный объект может быть неисправным, однако его неисправности при этом не настолько существенны, чтобы нарушать нормальное функционирование объекта (например, нарушение декоративных покрытий).

К термину «Неработоспособность»

Следует различать два случая неработоспособного состояния:
устранимое состояние неработоспособности;
неустранимое состояние неработоспособности.

В первом случае работоспособность объекта может быть восстановлена выполнением ремонтных работ. Во втором случае восстановление работоспособности технически невозможно или экономически нецелесообразно.

К термину «Предельное состояние»

Неремонтируемый объект достигает предельного состояния при возникновении отказа или при достижении заранее установленного предельно допустимого значения срока службы или суммарной наработки.

Предельно допустимые значения срока службы и наработки устанавливаются из соображений безопасности эксплуатации, в связи с необратимым уходом основных параметров за установленный допуск и необратимым снижением эффективности эксплуатации объекта ниже допустимой или в связи с увеличением интенсивности отказов, закономерным для объектов данного типа после установленного периода эксплуатации. Значения предельного срока службы или предельной суммарной наработки неремонтируемых объектов могут определяться расчетным методом, экспериментально-статистическим или совместным использованием этих методов.

Для ремонтируемых объектов переход в предельное состояние определяется наступлением момента, когда дальнейшая эксплуатация невозможна или нецелесообразна по одной или нескольким из следующих причин:

становится невозможным поддержание безопасности, безотказности или эффективности эксплуатации объекта на допустимом уровне;

в результате изнашивания и (или) старения объект пришел в такое состояние, при котором ремонт требует недопустимо больших затрат или не обеспечивает необходимой степени восстановления работоспособности и исправности.

Определения к терминам «ремонт» и «техническое обслуживание» см. ГОСТ 18322—73.

К терминам «Повреждение» и «Отказ»

Повреждение может быть незначительным или значительным. Первое означает нарушение исправности при сохранении работоспособности, второе—отказ объекта. Некоторые незначительные повреждения со временем могут переходить в категорию значительных и тем самым приводить к отказу объекта. Например, царапина на металлическом корпусе высоковольтного трансформатора может на первых порах не нарушать его работоспособности. Через некоторое достаточно длительное время коррозия корпуса в этом месте может явиться причиной отказа трансформатора. Некоторые отказы объектов не связаны с их повреждениями. Например, ошибочная установка оператором органов управления объектом может привести к несрабатыванию в нужный момент определенных устройств (эксплуатационный отказ). Отказы, причиной возникновения которых является нарушение установленных правил и норм эксплуатации, при оценке надежности объекта не учитываются.

В ряде случаев при классификации отказов применимы термины:

систематический отказ;
полный отказ;
частичный отказ.

Под «систематическим отказом» понимается многократно повторяющийся отказ, обусловленный дефектами конструкции объекта, нарушением процесса его изготовления, низким качеством используемых материалов и т. п. Причина возникновения систематического отказа может быть установлена и устранена.

Частичный отказ — отказ, после возникновения которого изделие может быть использовано по назначению, но с меньшей эффективностью.

Применительно к отказу и повреждению рассматривают критерий, причину, признаки (проявления), характер и последствия.

Критерий отказа. Работоспособное состояние объекта определяется перечнем заданных параметров и допустимыми пределами их изменения — допусками.

Нарушение работоспособного состояния называется выходом хотя бы одного заданного параметра за установленный допуск. Признаки, позволяющие установить факт нарушения работоспособного состояния, являются критериями отказа.

Критерии отказа указываются в нормативно-технической документации на объект.

Причина отказа. Причинами отказов объектов могут быть дефекты (ГОСТ 17102—71), допущенные при конструировании, производстве и ремонтах, нарушение правил и норм эксплуатации, различного рода повреждения, а также естественные процессы изнашивания и старения.

Признаками отказа (повреждения) называются непосредственные или косвенные воздействия на органы чувств наблюдателя явлений, характерных для неработоспособного состояния объекта или процессов с ним связанных. Например, изменение показателей контрольного устройства, возникновение определенных шумов (стука) при работе двигателя и т. п.

Характером отказа (повреждения) являются конкретные изменения в объекте, связанные с возникновением отказа (повреждения). Например, обрыв провода, деформация детали и т. п.

К последствиям отказа (повреждения) относятся явления, процессы и события, возникшие после отказа (повреждения) и в непосредственной причинной связи с ним. Например, остановка двигателя, оттаивание холодильника и т. д. Некоторые последствия отказа (повреждения) могут одновременно служить и его признаками.

Рассматривая отказы, следует различать отказ элемента объекта и отказ объекта в целом. При этом возможны случаи:

отказ элемента одновременно означает и отказ объекта в целом;

отказ элемента не означает отказ объекта.

Настоящий стандарт не распространяется на специальные термины систем «человек—машина», но разработан с учетом возможности дальнейшего развития и согласования положений этого стандарта с комплексом стандартов в системе «человек — машина».

К терминам «Сохраняемость» и «Срок сохраняемости»

Сохраняемость объекта характеризуется его способностью противостоять отрицательному влиянию условий хранения и транспортирования объекта на его безотказность и долговечность. Поскольку работа (действие, применение, непосредственное использование объекта по назначению) является, естественно, основным в эксплуатации объекта, особое значение имеет влияние хранения и транспортирования на последующее поведение объекта в рабочем режиме.

Продолжительное хранение и транспортирование иногда не сказываются заметно на поведении объекта во время его нахождения в этих режимах, но при последующей работе показатели надежности таких объектов могут оказаться значительно ниже, чем аналогичные показатели однотипных объектов, но не находившихся на хранении и не подвергавшихся транспортированию.

Например, после продолжительного хранения химических источников электрического тока (батареи для карманных фонарей и т. п.) их емкость, а следовательно, и наработки до отказа существенно уменьшаются, хотя во время хранения возникают отказы лишь относительно небольшого числа изделий. Сохраняемость подобных изделий обычно характеризуется таким сроком нахождения на хранении в определенных условиях, в течение которого уменьшение средней наработки до отказа, обусловленное хранением, находится в допустимых пределах.

Таким образом, срок сохраняемости нельзя отождествлять со сроком возникновения отказа во время хранения. Последний характеризует поведение объекта (его безотказность) только во время хранения и не характеризует влияния хранения на безотказность объекта при последующей работе.

Срок сохраняемости определяет календарную продолжительность хранения и транспортирования объекта в заданных условиях с учетом проведения необходимого технического обслуживания, установленного в нормативно-технической документации на объект.

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 объекта срок его сохраняемости до ввода в эксплуатацию может включать в себя срок сохраняемости в упаковке и (или) консервации, выполненных поставщиком, срок монтажа и срок хранения на другом упакованном и (или) законсервированном более сложном объекте.

К терминам «Невосстанавливаемый объект» и «Восстанавливаемый объект»

При постановке и решении задач надежности, особенно при выборе показателей надежности объекта, существенное значение имеет решение, которое должно быть принято в случае отказа объекта.

Если в рассматриваемой ситуации восстановление работоспособности данного объекта в случае его отказа по каким-либо причинам признается нецелесообразным или неосуществимым, то такой объект в данной ситуации является невосстанавливаемым. Таким образом, один и тот же объект в зависимости от особенностей или этапов эксплуатации может считаться восстанавливаемым или невосстанавливаемым.

Однако чаще всего свойство восстанавливаемости объектов рассматривается однозначно применительно ко всему периоду эксплуатации.

Например, осветительная лампа практически всегда невосстанавливаемое изделие, металлорежущий станок — восстанавливаемое изделие.

Термины «Невосстанавливаемый объект» и «Восстанавливаемый объект» не заменяют собой понятия «Ремонтируемый объект» и «Неремонтируемый объект», так как последние характеризуют свойства объектов (их приспособленность к проведению ремонтов и технического обслуживания), а первые относятся к условиям восстановления работоспособности объектов в конкретной ситуации в процессе эксплуатации.

В ряде случаев эти понятия совпадают. Например, «Неремонтируемый объект» обычно одновременно является и «Невосстанавливаемым», а ремонтируемый объект может рассматриваться как «Невосстанавливаемый», или как «Восстанавливаемый» в зависимости от условий эксплуатации.

К термину «Показатель надежности»

Показатель надежности количественно характеризует в какой степени конкретному объекту присущи определенные свойства, обусловливающие его надежность. Показатель надежности может иметь размерность (например, наработка на отказ) или не иметь ее (например, вероятность безотказной работы).

При рассмотрении показателей надежности следует различать:
наименование показателя (например, средняя наработка до отказа);
численное значение, которое может изменяться в зависимости от условий эксплуатации объекта, стадии его создания или существования;
формулировку показателя, содержащую указания о способах экспериментального или расчетного определения численного значения. Многие показатели надежности являются параметрами распределения случайных величин. Например, средняя наработка до отказа — параметр распределения случайной величины, называемой «наработка до отказа».
При нормировании значений показателей надежности в документации регламентируются конкретные условия определения и контроля этих показателей.

К термину «Единичный показатель надежности»..

Единичный показатель количественно характеризует только одно свойство надежности объекта.
Примерами единичного показателя надежности являются:
для автомобиля — наработка на отказ (безотказность);
для холодильника — гамма-процентный срок службы (долговечность);
для трактора — среднее время восстановления (ремонтопригодность).

К термину «Комплексный показатель надежности»

Для восстанавливаемого объекта распространенными единичными показателями надежности служат:
T_0 — наработка на отказ, характеризующая безотказность, и $T_в$ — среднее время восстановления, характеризующее ремонтопригодность. Иногда пользуются комплексным показателем — коэффициентом готовности

$$K_г = \frac{1}{1+\rho}, \qquad \text{где } \rho = \frac{T_в}{T_0}.$$

Из этой формулы видно, что коэффициент готовности характеризует одновременно два различных свойства объекта — его безотказность и ремонтопригодность.

К термину «Наработка»

Объект может работать непрерывно или с перерывами. Во втором случае учитывается суммарная наработка.
Наработка может измеряться в единицах времени, длины, площади, объема, веса и других единицах. В процессе эксплуатации или испытаний различают «суточную наработку», «месячную наработку», «наработку до первого отказа», «наработку между отказами», «заданную наработку» и т. д.
Если объект эксплуатируется в различных режимах нагрузки, то, например, наработка в облегченном режиме может быть выделена и учитываться отдельно от наработки при нормальной нагрузке.

К термину «Технический ресурс»

Начало эксплуатации может исчисляться:
с момента отгрузки объекта изготовителем;
с момента получения объекта потребителем;
с момента установки объекта у потребителя;
с момента окончания монтажа и наладки объекта после его установки у потребителя и устанавливаться в нормативно-технической документации на объект или договорах о поставке.

К термину «Вероятность безотказной работы»

Вероятность безотказной работы статистически определяется отношением числа объектов, безотказно проработавших до момента времени t, к числу объектов, работоспособных в начальный момент времени $t=0$.

К термину «Средняя наработка до отказа»

Средняя наработка до отказа статистически определяется отношением суммы наработки испытуемых объектов до отказа к количеству наблюдаемых объектов, если они все отказали за время испытаний (план $[N, U, r]$ при $r=N$ по ГОСТ 16504—74).

Оценка средней наработки до отказа зависит от плана испытаний и закона распределения наработки до отказа. Например, при плане $[N, U, T]$ и экспоненциальном распределении наработка до отказа (оценка) определяется по формуле

$$\hat{T}_1=\frac{\sum_{i=1}^{r} t_i+T(N-r)}{r} \qquad r\neq 0,$$

где t_i — наработка i-го объекта до отказа;

N — число испытываемых объектов;

r — число отказов за время испытаний.

К термину «Интенсивность отказов»

Определение этого термина базируется на применяемом в теории надежности понятии плотности вероятности отказа в момент t, под которой понимается предел отношения вероятности отказа в интервале времени от t до $t+\Delta t$ к величине интервала Δt при $\Delta t\to 0$. Физический смысл плотности вероятности отказа — это вероятность отказа в достаточно малую единицу времени.

Из определения интенсивности отказов $\lambda(t)$ следует, что

$$P(t)\lambda(t)\Delta t=f(t)\Delta t,$$

где $P(t)$ — вероятность безотказной работы за время t;

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

Из этого соотношения имеем

$$\lambda(t)=\frac{f(t)}{P(t)},$$

т. е. формулу для аналитического определения $\lambda(t)$ по известному закону распределения наработки до отказа. Например, при плане испытаний $[N, U, T]$ интенсивность отказов статистически определяется отношением разности между числом отказов $r(t+\Delta t)$ к моменту времени $t+\Delta t$ и числом отказов $r(t)$ к моменту времени t к произведению количества объектов, работоспособных в момент времени t на длительность интервала времени Δt.

$$\hat{\lambda}(t)=\frac{r(t+\Delta t)-r(t)}{N(t)\Delta t}=\frac{N(t)-N(t+\Delta t)}{N(t)\cdot\Delta t},$$

где $r(t)$ — число отказов за время t;

$N(t)$ — число объектов, работоспособных к моменту t.

К термину «Параметр потока отказов»

Эксплуатация многих восстанавливаемых объектов может быть описана следующим образом. В начальный момент времени изделие начинает работу и работает до отказа. При отказе происходит восстановление и объект вновь работает до отказа и т. д.

При этом время восстановления не учитывается. Моменты отказов формируют поток, называемый потоком отказов. В качестве характеристики потока отказов используется «ведущая функция» $\Omega(t)$ данного потока — математическое ожидание числа отказов за время t

$$\Omega(t)=Mr(t),$$

где $r(t)$ — число отказов за время t.

Например, при экспоненциальном распределении наработки между отказами

$$\Omega(t)=\lambda t,$$

где λ — параметр распределения.

В этом случае оценка для ведущей функции потока отказов определяется формулой

$$\hat{\Omega}(t)=\hat{\lambda}t.$$

Математическое ожидание числа отказов за интервал времени (t_1, t_2) определяется по формуле

$$Mr(t_1,t_2)=\Omega(t_2)-\Omega(t_1),$$

где $r(t_1, t_2)$ — число отказов за интервал (t_1, t_2).

Функция

$$\omega(t)=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{Mr(t,t+\Delta t)}{\Delta t}=\Omega'(t)$$

называется интенсивностью потока отказов.

Для ординарных потоков без последействия интенсивность потока совпадает с параметром потока. В этом случае определенный в стандарте показатель «Параметр потока отказов» связан с ведущей функцией соотношением

$$\Omega(t)=\int_0^t \omega(x)dx.$$

При экспоненциальном распределении наработки между отказами

$$\omega(t)=\lambda.$$

В этом случае оценка для параметра потока отказов определяется формулой

$$\hat{\omega}(t)=\hat{\lambda}.$$

К термину «Наработка на отказ»

Наработка на отказ статистически определяется отношением суммарной наработки восстанавливаемых объектов к суммарному числу отказов этих объектов. При экспоненциальном распределении наработки между отказами оценка для наработки на отказ определяется формулой

$$\hat{T}_0=\frac{1}{\hat{\lambda}}.$$

Для плана $[N, M, r]$

$$\hat{T}_0=\frac{\sum_{i=1}^{N} t_i}{Nr}$$

где t_i — момент r-го отказа i-го объекта.

Величина наработки на отказ в общем случае зависит от длительности периода, в течение которого она определяется. Это обусловлено непостоянством характеристики потока отказов.

К термину «Среднее время восстановления»

При наличии статистических данных о длительностях восстановления m объектов (включая время поиска причин отказа) $\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_m$ оценка среднего времени восстановления вычисляется по формуле

$$\hat{T}_в = \frac{\sum_{i=1}^{m} \tau_i}{m}.$$

К термину «Гамма-процентный ресурс»

Заданный процент объектов (γ) является регламентированной вероятностью. Если например, $\gamma = 90\%$, то соответствующий ресурс следует называть «девяностопроцентный ресурс». Аналогично поступают при других значениях величины γ. Гамма-процентный ресурс определяется из уравнения

$$1 - F_р(t) = \gamma/100,$$

где $F_р(t)$ — функция распределения ресурса.

При $\gamma = 50$ гамма-процентный ресурс называется медианным ресурсом. Медианный ресурс статистически определяется как средний член упорядоченной выборки ресурсов объема N при нечетном N или среднее арифметическое двух средних членов выборки объема N при четном N:

$$\hat{T}_{рес\ 0,5} = t_{\frac{N+1}{2}},\ N \text{ — нечетное},$$

$$\hat{T}_{рес\ 0,5} = \frac{1}{2}\left(t_{\frac{N}{2}} + t_{\frac{N}{2}+1}\right),\ N \text{ — четное},$$

$t_1 < t_2 \leqslant \ldots < t_N$ — упорядоченная выборка ресурсов объема N.

К терминам «Средний ресурс» («Средний срок службы», «Средний срок сохраняемости»)

При наличии данных о ресурсе (сроке службы, сроке сохраняемости) n объектов статистическая оценка $\hat{x}$ среднего ресурса (среднего срока службы, среднего срока сохраняемости) определяется $\hat{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$, где x_i — ресурсы объектов.

В случае усеченной выборки оценка среднего ресурса (среднего срока службы, среднего срока сохраняемости) определяется с учетом закона распределения ресурса (срока службы, срока сохраняемости). Например, при экспоненциальном распределении ресурса

$$\hat{x} = \bar{x} + \frac{n-m}{m} x_a,$$

где

$$\bar{x} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} x_i;$$

m — число объектов, выработавших ресурс до окончания испытаний;

x_a — значение ресурса, при котором прекращены испытания.

Показатель «Средний срок сохраняемости» (γ-процентный срок сохраняемости) при необходимости включается в нормативно-техническую документацию, но не заменяет «срок хранения», который также указывается в технических требованиях на объект.

К терминам «Средний ресурс между средними (капитальными) ремонтами», «Средний ресурс до среднего (капитального) ремонта»

Эти термины рассматриваются только в связи со средними и капитальными ремонтами, так как только такие ремонты могут обеспечить частичное или полное восстановление ресурса объекта

К термину «Коэффициент готовности»

Коэффициент готовности статистически определяется отношением суммарного времени пребывания наблюдаемых объектов в работоспособном состоянии к произведению числа этих объектов на продолжительность эксплуатации (за исключением простоев на проведение плановых ремонтов и технического обслуживания)

$$\hat{K}_г = \frac{\sum_{i=1}^{N} \xi_i}{N T_{раб}},$$

где ξ_i — суммарное время пребывания i-го объекта в работоспособном состоянии ($i = 1, 2, \ldots, N$);

$T_{раб}$ — продолжительность эксплуатации, состоящей из последовательно чередующихся интервалов времени работы и восстановления.

При порядке обслуживания, предусматривающем немедленное начало восстановления отказавшего объекта, коэффициент готовности вычисляется по формуле

$$K_г = \frac{T_0}{T_0 + T_в},$$

где T_0 — наработка на отказ;

$T_в$ — среднее время восстановления.

К термину «Коэффициент технического использования»

Коэффициент технического использования статистически определяется отношением суммарного времени пребывания наблюдаемых объектов в работоспособном состоянии к произведению числа наблюдаемых объектов на заданное время эксплуатации

$$\hat{K}_{т.и} = \frac{\sum_{i=1}^{N} \xi_i}{N \cdot T_{экс}},$$

где $T_{экс}$ — продолжительность эксплуатации, состоящей из интервалов времени работы, технического обслуживания и ремонтов.

Если заданное время эксплуатации $T_{экс}$ различно для каждого изделия, то формула

$$\hat{K}_{т.и} = \frac{\sum_{i=1}^{N} \xi_i}{N \cdot T_{экс}}$$

видоизменится в

$$\hat{K}_{т.н} = \frac{t_{сум}}{t_{сум} + t_{рем} + t_{обс}},$$

где $t_{сум}$ — суммарная наработка всех объектов;

$t_{рем}$ — суммарное время простоев из-за плановых и внеплановых ремонтов всех объектов;

$t_{обс}$ — суммарное время простоев из-за планового и внепланового технического обслуживания всех объектов.

Время простоя по организационным причинам здесь не учитывается.

К термину «Коэффициент оперативной готовности»

Под режимом ожидания понимается нахождение объекта при полной или облегченной нагрузках без выполнения основных (рабочих) функций. При нахождении объекта в режиме ожидания возможно возникновение отказов и восстановление его работоспособности. Необходимость в использовании объекта возникает внезапно, после чего требуется безотказное выполнение объектом основных функций в течение времени $t_р$. Для выполнения задачи необходимо также, чтобы в момент возникновения необходимости в использовании объект был работоспособен.

Если вероятность безотказной работы объекта $P(t_р)$ в течение времени $t_р$ не зависит от момента начала работы t, то коэффициент оперативной готовности может быть вычислен по формуле

$$K_{ог} = K_г \cdot P(t_р).$$

К терминам «Внезапный отказ», «Постепенный отказ»

Постепенный отказ характеризуется закономерным изменением параметра за время предшествующее отказу, внезапному отказу такое изменение параметра, практически, не предшествует.

К термину «Конструкционный отказ»

При необходимости конструкционные отказы делятся на:

отказы, возникшие из-за нарушения правил и (или) норм конструирования объекта;

отказы, возникшие из-за нарушения правил и (или) норм конструирования покупных элементов (деталей).

К термину «Производственный отказ»

Производственные отказы также могут быть разделены на:

отказы, возникшие вследствие нарушения процесса изготовления объекта;

отказы, возникшие вследствие нарушения процесса изготовления покупных элементов (деталей).

Разделение отказов на конструкционные, производственные и эксплуатационные обычно производится с целью выяснения стадии существования объекта, на которой следует провести соответствующие мероприятия, чтобы устранить причину отказа. Практически имеют место отказы, когда причины их возникновения не могут быть отнесены ни к одному из этих этапов. Например, «отказ комплектующего элемента» при соблюдении всех требований проектирования, производства и эксплуатации объектов. Такие отказы учитываются отдельно, чтобы привлечь внимание поставщиков этих элементов и принять меры по повышению надежности комплектующих элементов.

К терминам раздела «Резервирование»

Значительная часть имеющихся в этом разделе терминов обычно применялась при рассмотрении вопросов структурного резервирования. Однако эти термины могут применяться и при других методах резервирования.

Редактор *В. В. Чекменева*
Технический редактор *Н. П. Замолодчикова*
Корректор *С. М. Гофман*

Сдано в набор 14.02. 75 Подп. в печ 31.03. 75 1,5 п.л. Тир.300000 (1-й завод 1-50000) Цена 8 коп.

Издательство стандартов Москва, Д-22, Новопресненский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 464

gost.e-ecolog.ru