ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

НАДЕЖНОСТЬ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ И ИХ ОБОРУДОВАНИЯ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И НОМЕНКЛАТУРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ

ГОСТ 26291—84
(СТ СЭВ 4334—83)

Издание официальное

Цена 5 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.311.25 : 621.039 : 62—192 : 006.354 Группа Е18

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

НАДЕЖНОСТЬ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ И ИХ ОБОРУДОВАНИЯ

Общие положения и номенклатура показателей

ГОСТ 26291—84*

Reliability of atomic power stations and their equipment. General statements and reliability index nomenclature

(СТ СЭВ 4334—83)

ОКСТУ 6901

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 27 сентября 1984 г. № 3391 срок действия установлен

с 01.01.86
до 01.01.91

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на атомные станции (АС), включая атомные электростанции (АЭС), атомные станции теплоснабжения (АСТ), атомные станции промышленного теплоснабжения (АСПТ), атомные теплоэлектроцентрали (АТЭЦ) в целом, входящие в них энергоблоки, системы и оборудование, в том числе системы и оборудование АС, важные для безопасности, и устанавливает общие положения, номенклатуру показателей надежности и требования к их выбору.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 4334—83.

Пояснения терминов, применяемых в настоящем стандарте, приведены в справочном приложении 1.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Надежность АС характеризует ее способность вырабатывать электрическую и (или) тепловую энергию определенных параметров в заданных режимах эксплуатации, технического обслуживания и ремонтов, сохраняя во времени в требуемых пределах значения установленных эксплуатационных показателей, одним из которых является показатель выхода радиоактивных продуктов и (или) ионизирующего излучения за предусмотренные границы.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

* *Переиздание (декабрь 1986 г.) с Изменением № 1, утвержденным в декабре 1986 г.; Пост. № 4505 от 26.12.86 (ИУС 4—87).*

© Издательство стандартов, 1987

1.2. Надежность АС является сложным свойством, включающим безотказность, долговечность и ремонтопригодность.

1.3. По влиянию воздействия ионизирующего излучения на составляющие свойства надежности оборудования АС подразделяют на три группы:

1 — оборудование, которое в нормальных условиях эксплуатации подвергается интенсивному воздействию нейтронного излучения, влияющему на свойства безотказности, долговечности и ремонтопригодности данного оборудования (например, корпус ядерного реактора, оборудование внутри или на корпусе);

2 — оборудование, не подвергающееся в нормальных условиях эксплуатации воздействию нейтронного излучения, но являющееся источником ионизирующего излучения, связанного с его загрязнением радиоактивными продуктами, что влияет на ремонтопригодность данного оборудования и практически не сказывается на его безотказности и долговечности (например, оборудование внешней по отношению к шахте реактора части первого контура: арматура, насосы и т. д.);

3 — оборудование, которое в нормальных условиях эксплуатации не подвергается воздействию нейтронного излучения и не является источником ионизирующего излучения. Его составляющие свойства надежности не зависят от специфического для АС фактора излучения.

1.4. По характеру возможных отказов оборудование АС подразделяют на две группы:

1 — системы и оборудование, у которых возможны опасные отказы;

2 — системы и оборудование, у которых невозможны опасные отказы.

1.5. По функциональному назначению системы и оборудование АС подразделяют на три группы:

1 — системы и оборудование нормальной эксплуатации, выполняющие только функции нормальной эксплуатации;

2 — системы и оборудование безопасности;

3 — системы (каналы) охлаждения нормальной эксплуатации, на которые возложены функции аварийного отвода тепла от реактора.

1.6. Энергоблоки и системы АС являются восстанавливаемыми объектами, подвергающимися ремонтам (плановым и неплановым) и техническому обслуживанию.

В зависимости от специфики и условий работы конкретного оборудования и характера отдельных отказов (приводящих к предельному состоянию) оно может быть восстанавливаемым или невосстанавливаемым объектом по отношению к указанным отказам.

Системы и оборудование АС подразделяют на ремонтируемые и обслуживаемые только в период остановки соответствующих энергоблоков АС (например, системы и оборудование, расположенные в необслуживаемых помещениях) и ремонтируемые и обслуживаемые как при остановленных, так и при работающих энергоблоках.

1.7. Системы и оборудование АС, у которых возможны опасные отказы, должны подвергаться в зависимости от назначения и способа функционирования непрерывному и (или) периодическому контролю технического состояния в соответствии с требованиями ГОСТ 20911—75, ГОСТ 23564—79 и ГОСТ 24029—80. Данные контроля должны храниться и использоваться для обеспечения и прогнозирования надежности.

1.4—1.7. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

1.8. При оценке надежности необходимо учитывать режимы работы объекта. АС работает в простом режиме. Оборудование нормальной эксплуатации АС работает в одном из двух режимов. простом или сложном. Оборудование систем безопасности АС используют в сложном режиме работы.

1.9. По режимам работы системы и оборудование АС подразделяют на две группы:

1 — работающие в простом режиме;

2 — работающие в сложном режиме, включающем режим ожидания.

В зависимости от продолжительности выполнения основных функций ($t_ф$) системы и оборудование этой группы подразделяют на две подгруппы:

1 — быстродействующие (срабатывание которых фактически сводится к их включению, а период выполнения основных функций мал);

2 — длительного действия (выполняющие оперативное срабатывание, которое заключается в их включении и последующей работе в течение опеределенного интервала времени).

Примечание. Для объектов группы 2 следует различать отказы двух видов: несрабатывание (оперативное несрабатывание) на требование и ложное срабатывание, т. е. включение в работу при отсутствии соответствующего требования.

1.10. В зависимости от допускаемой возможности работать на пониженных уровнях мощности или производительности при отказах составляющих элементов энергоблоки, системы и оборудование АС подразделяют на две группы:

1 — системы и оборудование, имеющие два возможных состояния: работоспособное и неработоспособное;

2 — системы и оборудование, имеющие более двух возможных состояний, а именно: работоспособное, неработоспособное, частично работоспособные состояния (промежуточные между работоспособными и неработоспособными).

1.11. У систем и оборудования АС, подвергающихся непрерывному контролю работоспособности, возможны только явные отказы, которые обнаруживаются непосредственно в момент возникновения. Для остальных систем и оборудования АС следует различать явные, скрытые и необнаруженные отказы. Скрытые отказы обнаруживаются только при проведении периодического контроля работоспособности и особенно характерны для периода ожидания систем и оборудования АС, работающих в сложном режиме.

1.9—1.11. **(Введены дополнительно, Изм. № 1).**

2. НОМЕНКЛАТУРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ВЫБОРУ

2.1. Показателями надежности АС, энергоблоков, систем и оборудования АС являются единичные и комплексные показатели свойств безотказности, долговечности и ремонтопригодности. Для отдельных видов оборудования АС допускается устанавливать показатели сохраняемости.

2.2. Номенклатура показателей надежности АС, энергоблоков, систем и оборудования АС приведена в табл. 1.

Таблица 1

Номенклатура показателей надежности

Наименование показателя качества	Обозначение показателя качества	Вид показателя
Коэффициент использования мощности	$K_{и.м}$	Комплексный
Коэффициент технического использования	$K_{т.и}$	
Коэффициент обеспечения требуемой мощности*	$K_{о\ т.м}$	
Коэффициент сохранения эффективности	$K_{эф}$	
Коэффициент готовности	$K_{г}$	
Коэффициент оперативной готовности	$K_{о.г}$	
Наработка на отказ	$T_{о}$	Безотказность
Наработка на отказ — «ложное срабатывание»*	$T_{л}$	
Вероятность безотказной работы за заданную наработку	$P(\tau)$	
Средняя наработка до отказа	$T_{ср}$	
Гамма-процентная наработка до отказа	T_{γ}	
Вероятность срабатывания на требование*	$P_{с.т}$	
Вероятность оперативного срабатывания на требование*	$P_{о.с.т}$	

Продолжение табл. 1

Наименование показателя качества	Обозначение показателя качества	Вид показателя
Среднее время восстановления работоспособного состояния	$T_в$	Ремонтопригодность
Средняя оперативная продолжительность планового ремонта	$T_{п.р}$	
Средняя оперативная трудоемкость планового ремонта	$S_{п.р}$	
Среднее время замены*	$T_з$	
Средний ресурс	$T_р$	Долговечность
Гамма-процентный ресурс	$T_{рγ}$	
Назначенный ресурс	$T_{р.н}$	
Средний срок службы	$T_{сл}$	
Гамма-процентный срок службы	$T_{слγ}$	
Назначенный срок службы	$T_{сл.н}$	
Средний срок сохраняемости	$T_с$	Сохраняемость
Гамма-процентный срок сохраняемости	$T_{сγ}$	

* Пояснения к указанным показателям надежности приведены в справочном приложении 3.

Примечания:

1. Показатели $T_{пр}$, $S_{пр}$ устанавливают по предусмотренным видам плановых ремонтов (средний, текущий, капитальный).

2. В наименовании показателей долговечности следует указывать вид действий после наступления предельного состояния (капитальный ремонт, списание и т. п.).

2.3. В дополнение к показателям надежности, приведенным в табл. 1, в обоснованных случаях допускается использовать применительно к АС, энергоблокам, системам и оборудованию АС другие показатели надежности по ГОСТ 27.002—83 и ГОСТ 27.003—83.

Вместо показателей $K_г$, $K_{о.г}$, $P_{с.т}$, $P_{о.с.т}$, при условии близости их количественных значений к единице, допускается использовать показатели, представляющие собой их дополнения до единицы: $1—K_г$, $1—K_{о.г}$, $1—P_{с.т}$, $1—P_{о.с.т}$, называемые соответствующими коэффициентами неготовности и вероятностями несрабатывания.

2.4. В качестве показателей долговечности назначенный ресурс или назначенный срок службы следует устанавливать взамен или совместно соответственно с гамма-процентным ресурсом или гамма-процентным сроком службы для систем и оборудования, переход которого в предельное состояние нежелателен или недопустим из-за тяжелых последствий (угрозы безопасности людей или значительного материального или морального ущерба).

2.5. Значения показателей надежности АС и энергоблоков следует выбирать на этапе их проектирования исходя из назначения, требуемого уровня радиационной безопасности АС, экономической эффективности и фактически достигнутого уровня надежности АС и энергоблоков аналогичного типа и назначения.

2.6. Значения показателей надежности системы и оборудования АС следует выбирать на этапе их проектирования исходя из функции, назначения и принадлежности оборудования к группам, указанным в пп. 1.3—1.11, требований обеспечения надежности АС и энергоблока и их составных частей, в которые данная система, оборудование входят как составные элементы фактически достигнутого уровня надежности системы и оборудования аналогичного типа и назначения.

2.1—2.6. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

2.7. Значения показателей ремонтопригодности для оборудования 1 и 2-й группы (п. 1.3) следует выбирать с учетом дополнительных затрат времени и труда, связанных с необходимостью выдержки оборудования с целью снижения интенсивности ионизирующего излучения до допустимого уровня и (или) его дезактивации для возможности проведения ремонтных работ.

2.8. Методы оценки показателей надежности АС и их оборудования приведены в рекомендуемом приложении 2.

2.9. Номенклатуру показателей надежности АС и отдельных энергоблоков АС следует выбирать из табл. 2.

Таблица 2

Номенклатура показателей надежности АС и их энергоблоков

Вид показателя	Моноблочная АС, энергоблок	Многоблочная АС (с числом блоков)
Безотказность	T_o	T_o
Долговечность	$T_{сл}$, $T_{сл.н}$	$T_{сл}$
Ремонтопригодность	$T_в$, $T_{п.р}$, $S_{п.р}$	$T_в$, $T_{п.р}^{(i)}$, $S_{п.р}^{(i)}$
Комплексный	$K_{т.и}$, $K_г$, $K_{и.м}$, $K_{о.т.м}$	$K_{и.м}$, $K_{о.т.м}$

Примечания: 1. В качестве показателей ремонтопригодности многоблочной АС устанавливают показатели по предусмотренным видам плановых ремонтов, входящих в АС энергоблоков ($T_{п.р}^{(i)}$, $S_{п.р}^{(i)}$, $i=1,2\ldots n$), и среднее время восстановления работоспособного состояния АС в целом, после ее отказов ($T_в$).

2. Для многоблочной АС и отдельных энергоблоков АС допускается устанавливать коэффициенты готовности $K_г$ отдельно по отношению к номинальной мощности АС или энергоблока ($K_{г\,н}$) и по отношению к частичным уровням мощности ($K_{г\,ч}$), включая минимальный ($K_{г\,м}$), на которых они могут работать при отказах составляющего оборудования.

2.10. Номенклатуру показателей надежности систем и оборудования АС следует выбирать из табл. 3 и в соответствии с требованиями пп. 2.11—2.15.

Таблица 3

Номенклатура показателей надежности систем и оборудования АС

Подразделение систем и оборудования на группы			Показатели надежности		
По функциональному назначению (согласно п. 1.5)	По режиму работы (согласно п. 1.9)	По быстродействию (согласно п. 1.9)	Безотказность	Долговечность	Комплексный
1	1	—	$P(T)$, $T_о$, T_γ	$T_р(T_{р\gamma})$ $T_{р.н}$	$K_г$ $K_{т.и}$
	2	1	$P(T)$, $T_о$, T_γ, $T_л$	$T_{сл}(T_{слу})$, $T_{сл.н}$	$K_г$
		2	$T_о$, T_γ, $T_л$	$T_р(T_{р\gamma})$, $T_{р.н}$ или $T_{сл}(T_{слу})$, $T_{сл.н}$	$K_{о.г}$
2	2	1	$T_о$, $T_л$, $P_{с.т}$, T_γ	$T_{сл}(T_{слу})$, $T_{сл.н}$	$K_г$
		2	$T_о$, $T_л$, $P_{о.с.т}$, T_γ	$T_р(T_{р\gamma})$, $T_{р.н}$ или $T_{сл}(T_{слу})$, $T_{сл.н}$	$K_{о.г}$
3	1	—	$P(T)$, $T_о$, T_γ	$T_р(T_{р\gamma})$, $T_{р.н}$	$K_г$, $K_{т.и}$
	2	1	$T_о$, $T_л$, T_γ, $P_{с.т}$	$T_{сл}(T_{слу})$, $T_{сл.н}$	$K_г$
		2	$T_о$, $T_л$, T_γ, $P_{о.с.т}$	$T_р(T_{р\gamma})$, $T_{р.н}$ или $T_{сл}(T_{слу})$, $T_{сл.н}$	$K_{о.г}$

2.11. В качестве показателей ремонтопригодности систем и оборудования АС устанавливают следующие показатели:

для системы: $T_в$ и показатели плановых ремонтов входящего в систему j-го оборудования $T^{(j)}_{п.р.}$, $S^{(j)}_{п.р.}$;

для оборудования: $T_в$, $T_{п\cdot р}$, $S_{п\cdot р}$.

Для невосстанавливаемого оборудования, а также оборудования, восстанавливаемого не на месте его установки в системе, а в специальных ремонтных цехах или предприятиях, задают $T_з$. В случае восстанавливаемого оборудования показатель $T_в$ может задаваться как справочный.

2.12. В качестве показателей безотказности систем и оборудования АС, для которых возможны опасные отказы (группа 1, п. 1.4) наряду с показателями надежности, учитывающими все отказы в совокупности, следует отдельно устанавливать показатели по отношению к опасным отказам $T_{оп}$, при этом необходимо учитывать классификацию опасных отказов по родам (приложение 1).

2.13. В качестве показателя безотказности невосстанавливаемого оборудования АС задают $T_{ср}$.

2.14. В качестве комплексного показателя надежности систем и оборудования с несколькими уровнями работоспособности (группа 2, п. 1.10) устанавливают $K_{эф}$.

2.15. Конкретное число показателей надежности, выбираемых согласно табл. 3 и пп. 2.11—2.15 для отдельных систем и оборудования АС, устанавливается их разработчиком и согласовывается с заказчиком. Оно должно полно учитывать особенности оборудования и систем в соответствии с пп. 1.3—1.11 и быть минимально необходимым.

2.16. В качестве показателей сохраняемости оборудования задаются средний или гамма-процентный срок сохраняемости.

2.9—2.16. **(Введены дополнительно, Изм. № 1).**

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ПОЯСНЕНИЯ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СТАНДАРТЕ

Термин	Пояснение
Опасный отказ	Отказ, в результате которого возникает угроза безопасности людей и (или) значительный материальный и (или) моральный ущерб. Примечание. Опасные отказы бывают трех родов: 1—отказы, приводящие к нарушению безопасности АС, т. е. к гипотетическим авариям; 2—отказы, приводящие к нарушению условий и (или) пределов безопасной эксплуатации; 3—отказы, приводящие к нарушению нормальной эксплуатации и характеризующиеся большим ущербом. Опасные отказы 1 и 2-го рода образуют группу радиационно опасных отказов
Радиационная авария	Нарушение пределов безопасной эксплуатации АС, при котором происходит выход радиоактивных продуктов и (или) ионизирующего излучения за предусмотренные границы в количествах, превышающих установленные для нормальной эксплуатации значения, и которое требует прекращения нормальной эксплуатации АС
Безопасность АС	Свойство АС с помощью технических средств и специальных организационных мероприятий исключать превышение установленных доз по внутреннему и внешнему облучению персонала и населения, а также превышение установленных норм содержания радиоактивных продуктов в окружающей среде
Коэффициент использования мощности АС	Отношение количества выработанной АС или энергоблоком энергии за заданное календарное время эксплуатации к количеству энергии, которую бы они выработали за то же время, работая непрерывно на номинальной мощности
Назначенный срок службы АС	Календарное время эксплуатации АС, установленное проектом, по истечении которого дальнейшая эксплуатация АС может быть продолжена только после специального решения, принимаемого на основе исследований ее безопасности и экономической эффективности
Вероятность срабатывания на требование	Вероятность того, что при поступлении требования на включение оборудования, оно включится и выполнит свою функцию. Примечание. Статистически этот показатель определяется как отношение числа случаев успешного выполнения функции к общему числу требований на включение.

Продолжение

Термин	Пояснение
Оперативное срабатывание на требование	Функция объекта, работающего в сложном режиме, заключающаяся в его включении и выполнении заданной работы в течение определенного интервала времени
Срабатывание на требование	Функция быстродействующего объекта, работающего в сложном режиме, заключающаяся в его включении в работу
Ложное срабатывание	Отказ объекта, работающего в сложном режиме, приводящий к включению его в работу при отсутствии требования на включение. Ложные срабатывания характерны как для быстродействующих, так и длительнодействующих управляющих систем, а также оборудования, выполняющего функции управления
Скрытый отказ	Отказ, обнаруженный персоналом или средствами контроля спустя определенное время после его возникновения
Вероятность оперативного срабатывания на требование	Вероятность того, что при поступлении требования на включение в работу оборудования, оно включится и выполнит заданную работу в течение определенного интервала времени. Примечание. Статистически этот показатель надежности определяется как отношение числа успешных оперативных срабатываний объекта к общему числу требований на оперативное срабатывание за рассматриваемый (достаточно большой) период нахождения оборудования в режиме ожидания
Коэффициент обеспечения требуемой мощности	Отношение количества выработанной АС, энергоблоком энергии за заданное календарное время эксплуатации к количеству энергии, которую бы они выработали за то же время, работая в соответствии с графиком требуемой мощности
Явный отказ	Отказ, обнаруженный персоналом или средствами контроля непосредственно в момент его возникновения
Среднее время замены	Математическое ожидание продолжительности замены оборудования на новое в период планового и непланового ремонта системы, в которую он входит
Нормальная эксплуатация	Нормальная эксплуатация АС — совокупность всех состояний АС в соответствии с принятой в проекте технологией производства энергии, включая работу на заданных уровнях мощности, процессы пуска и остановки, технического обслуживания, ремонта, перегрузки ядерного топлива

Термины и определения основных понятий в области надежности — по ГОСТ 27.002—83.

Термины и определения показателей ремонтопригодности — по ГОСТ 21623—76.

Термины и пояснения по режимам работы объектов — по ГОСТ 27.003—83. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ АС, ЭНЕРГОБЛОКОВ, СИСТЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ

Надежность АС, энергоблоков, систем и оборудования АС оценивают с целью определения фактического или прогнозирования ожидаемого уровня надежности. Оценку проводят на основе обработки данных наблюдений за надежностью объектов или их аналогов в эксплуатации, данных по их испытаниям на надежность, а также на основе проведения структурного анализа надежности объектов и изучения закономерностей возникновения их отказов. Оценки должны быть как точечными, так и, по возможности, интервальными.

Результаты оценки надежности АС, энергоблоков, систем и оборудования на стадиях разработки, изготовления, хранения, транспортировки, монтажа и эксплуатации используют для проверки соответствия уровня надежности АС, энергоблоков, систем и оборудования установленным требованиям, а также для изменения (пересмотра) этих требований и (или) регламентов обслуживания и ремонта.

Для оценки показателей надежности АС, энергоблоков, систем и оборудования используют статистический и расчетно-экспериментальный методы.

Статистический метод применяют, если располагают статистической информацией о надежности рассматриваемого объекта (АС, энергоблока, системы, оборудования) как целого за определенный период эксплуатации или по результатам испытаний в режимах, соответствующих эксплуатационным, на надежность.

Сбор и обработка эксплуатационных статистических данных о надежности АС, энергоблоков, систем и оборудования — по ГОСТ 16468—79.

При отсутствии указанной информации применяют расчетно-экспериментальный метод, включающий:

разработку математической модели оценки надежности объекта;

получение необходимых для указанной модели исходных данных по результатам эксплуатации или испытаний объекта, его аналогов и (или) его составных частей и их аналогов.

Для оценки показателей надежности АС и энергоблоков статистическим методом в качестве исходных используют эксплуатационные статистические данные о надежности АС и энергоблоков.

В качестве исходной информации для расчетно-экспериментального метода используют данные:

по структурно-функциональной схеме рассматриваемого объекта, по режимам его использования, обслуживания и ремонтов;

по надежности составляющих элементов объекта, а при их отсутствии—данные, необходимые для оценки надежности элементов.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ПОЯСНЕНИЕ К НЕКОТОРЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ НАДЕЖНОСТИ

К показателю «Наработка на отказ (T_o)»

Если для систем и оборудования АС характерны как опасные, так и неопасные отказы, то по согласованию с заказчиком, кроме «наработки на отказ», могут быть заданы:

наработки на опасные отказы каждого рода в отдельности;

наработки на опасные отказы 1 и 2-го родов;

наработка на опасный отказ.

При выборе номенклатуры указанных наработок необходимо учитывать, что наработка на опасный отказ 1-го рода требуется для проведения количественного вероятностного анализа безопасности АС.

Наработка на отказ систем и оборудования АС, работающих в сложном режиме, должна учитывать возможность отказа этих объектов в режимах ожидания и выполнения функции.

При задании величины T_o должны учитываться частота требований (f) на срабатывание объекта в режимах ожидания и время выполнения им функции ($t_ф$).

Для быстродействующих систем (оборудования) $t_ф \to 0$ и T_o совпадает с наработкой на отказ в режиме ожидания ($T_{ож}$).

Для экспоненциальных законов надежности (в каждом из указанных режимов) T_o может быть вычислена по формуле

$$T_o = \left(\frac{1}{T_{ож}} \cdot \frac{1}{1+f\,t_ф} + \frac{1}{T_{o\,ф}} \cdot \frac{f\,t_ф}{1+f\,t_ф} \right)^{-1},$$

где $T_{o.ф}$ — наработка на отказ объекта в режиме выполнения функции.

Если у рассматриваемого объекта возможны ложные срабатывания, то наряду с T_o для характеристики его безотказности устанавливается наработка объекта на отказ типа «ложное срабатывание» $T_л > T_o$. При этом $T_л$ так же как и T_o относится ко всему периоду работы объекта.

К показателям «Гамма-процентная наработка до отказа» T_γ и «Вероятность безотказной работы за заданную наработку $P(t)$»

Указанные показатели рекомендуется задавать для высоконадежного оборудования. При этом показатель $P(t)$ более удобно использовать для оборудования с несколькими видами отказов (задавая его для каждого вида отказа).

К показателю «Коэффициент готовности АС или энергоблока АС»

Для этих объектов, имеющих несколько уровней работоспособности, допускается устанавливать коэффициенты готовности по отношению к фиксированным уровням мощности, $Q < Q^s \leqslant Q^н$; где $н$ — номинальная мощность, на которых может работать объект при отказах составляющего оборудования. Коэффициент готовности ($K_г^S$) по отношению к S-му уровню мощности Q^s называется вероятностью того, что объект окажется в состоянии работать на уровне мощности не меньшем S-го ($Q \geqslant Q^s$) в произвольный момент времени, кроме плановых остановок. Под коэффициентом готовности для таких объектов целесообразно понимать $K_г = K_г^{тр}$, т. е. коэффициент готовности по отношению к уровню требуемой от объекта в данный момент мощности. Если это номинальная мощность, то — $K_г^н$, если мощность частичная ($Q^ч$), то — $K_г^ч$, если минимально возможная рабочая мощность объекта, то — $K_г^m$.

Очевидно, что $K_г^m > K_г^ч > K_г^н$.

К показателям «Вероятность срабатывания на требование» и «Вероятность оперативного срабатывания на требование»

Вероятность срабатывания на требование ($P_{ст}$) и вероятность оперативного срабатывания на требование ($P_{о.ст}(t_ф)$ характеризуют безотказность систем и оборудования, выполняющих функции безопасности, применительно к опасным отказам 2-го рода как скрытым (в режиме ожидания), так и явным (в режиме выполнения функции).

Величины $P_{ст}$ и $P_{о.ст}(t_ф)$ можно рассматривать как показатели, характеризующие эффективность срабатывания указанных объектов, для которых регламентом предусмотрено восстановление работоспособного состояния объекта после отказа только при выводе их из режима ожидания, т. е. когда требование на их срабатывание поступить не может. Это обусловлено спецификой АС, для которых предусмотрено, что подсистема (энергоблок), от которой поступают заявки на срабатывание указанных объектов, прекращает свою работу на время восстановления их работоспособности.

Этим показатели $P_{ст}$ и $P_{о.ст}(t_ф)$ отличаются соответственно от коэффициента готовности ($K_г$) и коэффициента оперативной готовности $K_{о.г}$ ($t_ф$), которые учитывают возможность поступления заявки на срабатывание объекта в период нахождения его в аварийном (неплановом) ремонте.

При задании количественных значений показателей $P_{ст}$ и $P_{о.ст}$ должна учитываться периодичность проверок ($t_ф$) работоспособного состояния объектов.

К показателю «Среднее время замены»

Показатель может применяться как по отношению к невосстанавливаемым, так и восстанавливаемым объектам. Для восстанавливаемых объектов он характеризует время, затрачиваемое на замену, во-первых, отказавшего оборудования для последующего восстановления его работоспособности в ремонтном цехе или на специализированном ремонтном предприятии, во-вторых, оборудования, достигшего предельного состояния или назначенного ресурса (срока службы).

Время замены объекта, входящего в состав изделия более высокого уровня иерархии (системы), является для изделия временем восстановления работоспособности (если последняя нарушается), после выхода из строя указанного объекта. Оно используется при определении показателя «среднее время восстановления работоспособности» ($\bar{T}_в$) такого изделия.

К показателю «Коэффициент сохранения эффективности»

Для АС и энергоблока АС в качестве показателей сохранения эффективности могут рассматриваться «коэффициент использования мощности ($K_{и.м}$)» и «коэффициент обеспечения требуемой мощности ($K_{о.т.м}$)».

Для систем и оборудования с более чем одним уровнем работоспособности в качестве коэффициента сохранения эффективности принимают либо отношение фактически произведенной работы за определенную продолжительность эксплуатации к работе, которую система (оборудование) могла бы выполнить, работая это время на номинальном уровне мощности или производительности (аналог коэффициента использования мощности), либо отношение фактически произведенной работы к требуемой работе за этот же интервал эксплуатации (аналог коэффициента обеспечения требуемой мощности).

(Введено дополнительно, Изм. № 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

ПРИМЕР ВЫБОРА НОМЕНКЛАТУРЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

В качестве примера рассмотрим выбор показателей безотказности для канала контроля мощности реактора, входящего в состав системы управления и защиты реактора (СУЗ). Канал контроля мощности участвует в выполнении функций СУЗ «быстрая аварийная защита реактора (АЗ)» и поэтому по классификации согласно п. 1.5 стандарта относится к 2-й группе.

Явными отказами рассматриваемого объекта являются отказы, приводящие либо к исчезновению управляющего сигнала, либо к выработке неадекватного мощности реактора сигнала. В ряде случаев последние приводят к ложному срабатыванию АЗ по данному каналу (при увеличении электрического тока выше тока уставки).

Скрытый отказ канала — отказ порогового устройства, фиксирующего превышение аварийной установки по мощности, приводящий к невыполнению функций АЗ.

В логической схеме СУЗ блокировка канала контроля, проводящаяся оператором при наступлении любого из явных отказов, эквивалентна срабатыванию АЗ по данному каналу.

В соответствии с табл. 3 в число показателей безотказности канала контроля мощности СУЗ достаточно включить общую наработку на отказ T_o, определяемую относительно всех видов отказов: явных (в том числе ложных) и скрытых, а также наработку на опасный отказ 2-го рода $T_{оп}$ (или вероятность срабатывания на требование $P_{с.т}$).

При этом T_o характеризует объект (канал) одновременно с точек зрения выполнения функций нормальной эксплуатации (контроля) и функций безопасности, а $T_{оп}$ (или $P_{с.т}$) — только с позиции выполнения функций безопасности. Если вместо наработки T_o задать наработку T_o' на явные отказы, то показатели T_o', $T_{оп}$ ($P_{с.т}$) будут характеризовать надежность объекта раздельно по функциям контроля и безопасности. Задание наряду с T_o и $T_{оп}$ отдельно наработки на ложное срабатывание необязательно ввиду эквивалентности последствий всех явных отказов канала.

Совместное задание $P_{с.т}$ и $T_{оп}$ в рассматриваемом случае также необязательно ввиду их зависимости. Например, при экспоненциальном распределении наработки на опасный отказ 2-го рода:

$$P_{с.т}=\frac{1}{t_к}\int_0^{t_к}\exp\left(-\frac{t}{T_{оп}}\right)dt\approx 1-\frac{1}{2}\cdot\frac{t_к}{T_{оп}},\quad T_{оп}\geqslant t_к,$$

где $t_к$ — периодичность контроля объекта.

Таким образом, в качестве показателей безотказности объекта типа канала контроля мощности СУЗ реактора следует задать следующие два показателя: T_o (или T_o'), $T_{оп}$ (или $P_{с.т}$).

(Введено дополнительно, Изм. № 1).

Изменение № 2 ГОСТ 26291—84 Надежность атомных станций и их оборудования. Общие положения и номенклатура показателей

Утверждено и введено в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 30.05.90 № 1364

Дата введения 01.01.91

Вводная часть. Исключить слова: «Несоблюдение стандарта преследуется по закону»; «Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 4334—83».

(Продолжение см. с. 182)

(Продолжение изменения к ГОСТ 26291—84)

Пункт 1.7. Заменить ссылки: ГОСТ 23564—79 на ГОСТ 27518—87, ГОСТ 24029—80 на ГОСТ 26656—85.

Пункт 2.3, приложение 1. Заменить ссылку: ГОСТ 27.003—83 на РД 50.650—87.

Приложение 2. Заменить ссылку: ГОСТ 16468—79 на РД 50—204—87.

(ИУС № 8 1990 г.)

Редактор *В. П. Огурцов*
Технический редактор *Э. В. Митяй*
Корректор *С. И. Ковалева*

Сдано в наб. 23.01.87 Подп. в печ. 20.02.87 1,0 усл. п. л. 1,0 усл. кр.-отт. 1,02 уч.-изд. л. Тираж 4000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Миндауго, 12/14. Зак. 1053.

gost.e-ecolog.ru