УДК 621.311.25-52-192:621.039:006.354 Группа Е10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электростанций

ТРЕБОВАНИЯ ПО НАДЕЖНОСТИ

Atomic power station technological processes control system equipment. Reliability requirements

ГОСТ 25804.2—83

ОКП 3403

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 мая 1983 г. № 2341 срок введения установлен

с 01.01.84*

Настоящий стандарт устанавливает общие требования по надежности, предъявляемые к аппаратуре, приборам, устройствам и оборудованию систем управления технологическими процессами (далее — аппаратура) атомных электростанций (АЭС), требования к средствам технического обслуживания (СТО), метрологическому обеспечению аппаратуры, комплектации запасных частей, инструмента и принадлежностей (ЗИП), требования к программам обеспечения надежности (ПОН), а также порядок установления требований по надежности в стандартах, технических условиях (ТУ) и технических заданиях (ТЗ) на конкретную аппаратуру.

Методы оценки соответствия аппаратуры требованиям по надежности установлены в ГОСТ 25804.6—83.

Пояснения терминов, используемых в настоящем стандарте, приведены в ГОСТ 25804.1—83.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Требования по надежности должны быть установлены в стандартах, ТУ и ТЗ на конкретную аппаратуру.

1.2. Требования по надежности на составные части аппаратуры следует устанавливать с учетом обеспечения требований к аппаратуре в целом.

1.3. Требования к ремонтопригодности — по ГОСТ 19152—80.

* Порядок введения стандарта в действие — по ГОСТ 25804.1—83

Издание официальное Перепечатка воспрещена

gost.e-ecolog.ru

Общие правила и порядок обеспечения ремонтопригодности на всех стадиях разработки аппаратуры — по ГОСТ 23660—79.

1.4. На стадиях разработки, производства и эксплуатации аппаратуры, удовлетворяющей требованиям по надежности и стойкости к внешним воздействующим факторам (ВВФ) — по ГОСТ 25804.3—83, должна быть составлена ПОН — документ, регламентирующий совокупность взаимосвязанных требований, правил и организационно-технических мероприятий, направленных на достижение указанных целей.

2. ВЫБОР НОМЕНКЛАТУРЫ И УСТАНОВЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

2.1. Аппаратуру для выбора показателей надежности классифицируют:

по характеру применения — на категории согласно ГОСТ 25804.1—83;

по возможности ремонта и восстановления:

на ремонтируемую и неремонтируемую;

на восстанавливаемую и невосстанавливаемую;

по влиянию отказов на результат выполнения задачи (по значению выходного эффекта) — на аппаратуру, у которой:

выходной эффект пропорционален техническому ресурсу аппаратуры;

выходной эффект пропорционален суммарному количеству безотказно проработанных интервалов длительностью t;

выходной эффект равен 1 при безотказной работе за заданное время t и равен 0 при отказе за это время;

по числу уровней качества функционирования — на виды согласно ГОСТ 25804.1—83;

по влиянию на безопасность АЭС:

на контролируемую при работе объекта;

на неконтролируемую при работе объекта.

2.2. Надежность аппаратуры характеризуется оперативными и техническими показателями.

2.3. Для аппаратуры, являющейся предметом взаимных поставок стран-членов СЭВ, номенклатуру показателей надежности следует выбирать по ГОСТ 23642—79.

2.4. Номенклатуру показателей надежности аппаратуры вида 1 следует выбирать из табл. 1 в зависимости от характера применения, возможности ремонта, восстановления и значения выходного эффекта.

2.4.1. Показатели безотказности и ремонтопригодности следует устанавливать для отказов различных видов. При этом критерии отказа по каждому виду должны указываться в стандартах и ТУ на конкретную аппаратуру.

Таблица 1

Категория аппаратуры, определяемая характером применения по ГОСТ 25804.1—83	Возможность ремонта, восстановления и значения выходного эффекта*	Показатели надежности**				
			технические			
		комплексные	Безотказность	Ремонтопригодность	Долговечность	Сохраняемость
А	1. Ремонтируемая аппаратура (в том числе изготавливаемая единичными комплектами). Восстанавливается непосредственно после обнаружения отказа. Выходной эффект пропорционален техническому ресурсу	$K_г$	$T_о$	$T_в$	$T_р$, $T_{сл}$	$T_с$
	2. Ремонтируемая аппаратура***. Восстанавливается в промежутках между интервалами работы. Выходной эффект равен 1 при безотказной работе за время t и равен 0 при отказе за это время	$K_г$, $P(t^*)$ или $K_{о.г}$	$T_о$	$T_в$	$T_р$, $T_{сл}$	$T_с$
	3. Ремонтируемая аппаратура. Восстанавливается непосредственно после обнаружения отказа. Выходной эффект пропорционален суммарному количеству безотказно проработанных интервалов времени длительностью t	$K_{о.г}$, $P_{пр}(t)$ или $K_г$, $P(t)$ или $K_{о.г}$	$T_о$	$T_в$	$T_р$, $T_{сл}$	$T_с$
	4. Неремонтируемая аппаратура. Выходной эффект пропорционален суммарному количеству безотказно проработанных интервалов времени длительностью t	$K_{о.г}$ или $P(t^*)$, $P(t)$	$T_{ср}$	—	$T_р$, $T_{сл}$	$T_с$
Б	1. Ремонтируемая аппаратура. Восстанавливается непосредственно после обнаружения отказа. Выходной эффект пропорционален техническому ресурсу	$K_г$	$T_о$	$T_в$	$T_р$, $T_{сл}$	$T_с$

Продолжение табл. 1

Категория аппаратуры, оперативные характеристики применения по ГОСТ 25042.1—83	Возможность ремонта, восстановления и значение выходного эффекта*	Показатели надежности**				
		оперативные	технические			
			Безотказность	Ремонтопригодность	Долговечность	Сохраняемость
Б	2. Ремонтируемая аппаратура. Восстанавливается непосредственно после обнаружения отказа. Выходной эффект пропорционален суммарному количеству безотказно проработанных интервалов времени длительностью t	K_Γ или K_Γ, $P(t^*)$, или $K_{о.г}$	$T_о$	$T_в$	$T_р$, $T_{сл}$	$T_с$
	3. Неремонтируемая аппаратура. Выходной эффект равен 1 при безотказной работе за время t и равен 0 при отказе за это время	$P(t)$	$T_{ср}$	—	$T_р$, $T_{сл}$	$T_с$
В	1. Ремонтируемая аппаратура. Восстанавливается до применения. Применяется после предварительной подготовки к работе	K_Γ**, $P(t)$ или $K_{о.г}$	$T_{ср}$	$T_в$	$T_р$, $T_{сл}$	$T_с$
	2. Ремонтируемая аппаратура. Восстанавливается до применения	$K_{о.г}$, $P_{пр}(t)$	$T_{ср}$	$T_в$	$T_р$, $T_{сл}$	$T_с$
	3. Ремонтируемая аппаратура. Восстанавливается до применения. Изготавливается единичными экземплярами	—	—	$T_в$	$T_р$, $T_{сл}$	$T_с$
	4. Неремонтируемая аппаратура. Применяется после подготовки к работе	$P(t^*)$ $P(t)$ или $K_{о.г}$	$T_{ср}$	—	$T_р$, $T_{сл}$	$T_с$
	5. Неремонтируемая аппаратура. Применяется без подготовки к работе Мгновенного срабатывания	$P(t^{**})$	—	—	$T_{сл}$	—

Продолжение табл. 1

Категория аппаратуры, определяемая характером применения по ГОСТ 2601.1—83	Возможность ремонта, восстановления и значение выходного эффекта*	Показатели надежности**				
		оперативные	технические			
			Безотказность	Ремонтопригодность	Долговечность	Сохраняемость
Г*5	1. Ремонтируемая аппаратура	—	T_0	$T_в$	$T_р$, $T_{ел}$	$T_с$
	2. Неремонтируемая аппаратура	—	$T_{ср}$	—	$T_р$, $T_{ел}$	$T_с$

* Для аппаратуры однократного применения выходной эффект равен 1 при безотказной работе в интервале времени t и равен 0 при отказе в этом интервале времени.

** Приведенные показатели в каждом конкретном случае следует задавать с учетом особенностей применения, системы контроля, числа режимов использования, а при необходимости и затрат времени на техническое обслуживание.

*** Готовность аппаратуры к применению определяется на момент начала применения, который может быть случайным или назначенным.

*4 В данном случае $K_г$ относится к периоду ожидания и определяется с учетом хранения, вида контроля и т. д.

*5 Аппаратура релейной защиты относится к аппаратуре категории Г. Оперативные показатели надежности для аппаратуры релейной защиты приведены в обязательном приложении 1.

Примечание. В таблице приняты следующие условные обозначения:

$K_г$ — коэффициент готовности;

$K_{о.г}$ — коэффициент оперативной готовности;

$P(t)$ — вероятность безотказной работы (t — время работы, определяется назначением и характером применения аппаратуры);

$P_{пр}(t)$ — вероятность безотказного применения;

$P(t^*)$ — вероятность невозникновения отказа за время ожидания (t^* — время ожидания, хранения);

$P(t^{**})$ — вероятность невозникновения отказа за время хранения и работы (t^{**} — время хранения и работы);

$T_о$ — наработка на отказ;

$T_{ср}$ — средняя наработка до первого отказа;

$T_р$ — показатель технического ресурса;

$T_{сл}$ — показатель срока службы;

$T_с$ — показатель срока сохраняемости;

$T_в$ — среднее время восстановления.

Для многоканальной и многофункциональной аппаратуры показатели безотказности и ремонтопригодности допускается устанавливать по каждому каналу и для каждой функции в отдельности.

2.4.2. К показателям технического ресурса относят:

$T_{р.\gamma}$ — гамма-процентный ресурс;

$T_{р.ср}$ — средний ресурс;

$T_{р.н}$ — назначенный ресурс;

$T_{р.м.р}$ — средний ресурс между средними (капитальными) ремонтами;

$T_{р.сп}$ — средний ресурс до списания;

$T_{р.к}$ — средний ресурс до среднего (капитального) ремонта.

2.4.3. К показателям срока службы относят:

$T_{сл.\gamma}$ — гамма-процентный срок службы;

$T_{сл.ср}$ — средний срок службы;

$T_{сл.мр}$ — средний срок службы между средними (капитальными) ремонтами;

$T_{сл.к}$ — средний срок службы до среднего (капитального) ремонта;

$T_{сл.сп}$ — средний срок службы до списания.

2.4.4. К показателям срока сохраняемости относят:

$T_{с.\gamma}$ — гамма-процентный срок сохраняемости.

$T_{с.ср}$ — средний срок сохраняемости.

2.4.5. Наработка на отказ должна быть установлена в стандартах, ТУ и ТЗ на конкретную аппаратуру в соответствии с табл. 2.

При отношении числа электрорадиоэлементов в аппаратуре на полупроводниковых приборах и более 5% интегральных схем и микросборок или на интегральных схемах и микросборках в сборе к ее объему, выраженному в см^3, более 0,5 наработку на отказ, устанавливаемую в ТУ, следует уменьшить на 20% по сравнению с численными значениями, приведенными в табл. 2.

При задании требований к наработке на отказ к аппаратуре с

Таблица 2

Число электрорадиоэлементов* в аппаратуре, в том числе интегральных схем и микросборок	Наработка на отказ T_0, ч, не менее (при среднем времени восстановления 1 ч)		
	для аппаратуры на полупроводниковых приборах и комбинированной (на полупроводниковых приборах и до 5% интегральных схем)	для аппаратуры комбинированной (на полупроводниковых приборах и более 5% интегральных схем и микросборок)	для аппаратуры на интегральных схемах и микросборках
От 201 до 300 включ.	2500	3500	5500
» 301 » 700 »	2000	3000	5000
» 701 » 1000 »	1500	2500	4500
» 1001 » 2000 »	1000	2300	4000
» 2001 » 3000 »	700	2000	3500
» 3001 » 4000 »	500	1400	3000
Св. 4000	Устанавливается в стандартах, ТУ и ТЗ на конкретную аппаратуру		

* Пайка и провода не учитываются.

числом электрорадиоэлементов до 200 включительно допускается руководствоваться требованиями, установленными в рекомендуемом приложении 2.

При задании требований к наработке на отказ к системам управления в модульном исполнении следует руководствоваться требованиями, установленными в обязательном приложении 3.

2.4.6. Для аппаратуры вида I категорий А, Б, В должны быть установлены либо оперативные показатели, либо технические показатели безотказности и ремонтопригодности, либо один из оперативных показателей в сочетании с одним из технических показателей безотказности и ремонтопригодности.

По согласованию между заказчиком и предприятием-изготовителем допускается задавать один или несколько показателей.

2.4.7. На аппаратуру вида I категории Г задают технические показатели безотказности и ремонтопригодности на отдельные части или аппаратуру в целом.

2.5. В номенклатуру показателей надежности аппаратуры вида II входят коэффициент сохранения эффективности $K_{эф}$ и технические показатели безотказности и ремонтопригодности составных частей аппаратуры вида I, а также технические показатели долговечности и сохраняемости.

2.5.1. Для аппаратуры вида II категорий А, Б, В, разрабатываемой для выполнения определенной задачи должен задаваться коэффициент сохранения эффективности $K_{эф}$ или показатели надежности в соответствии с требованиями, установленными в п. 2.4.6, если эту аппаратуру можно отнести к виду I.

2.5.2. Для упрощения оценки надежности следует:

относить аппаратуру вида II к виду I разделением совокупности уровней качества функционирования на две группы, соот-

ветствующие работоспособным и неработоспособным состояниям, при этом частично работоспособные состояния относят к той или иной группе (критерием для разделения является понятие отказа, которое устанавливают для конкретной аппаратуры и согласовывают с заказчиком);

задавать показатели надежности для составных частей аппаратуры вида II категорий А, Б, В, которые могут быть отнесены к аппаратуре вида I, в соответствии с требованиями, установленными в п. 2.4.6.

2.6. Для аппаратуры видов I и II, кроме показателей, указанных в п. 2.4.6, должны задаваться показатели долговечности и сохраняемости в соответствии с требованиями, установленными в п. 2.4.

2.7. Дополнительно к показателям надежности следует устанавливать требования к СТО, метрологическому обеспечению и ЗИП. К показателям системы технического обслуживания аппаратуры, в том числе и эффективности системы ее контроля с учетом метрологического обеспечения, относят:

ΣT_p — общий технический ресурс аппаратуры;

$K_{п.и}$ — коэффициент планируемого использования;

$T_{т.о}$ — периодичность технического обслуживания;

$\Sigma_{т.о}$ — средняя суммарная продолжительность технического обслуживания;

$T_{м.к}$ — периодичность контроля;

$t_к$ — продолжительность контроля;

$P_{н.о}$ — вероятность «необнаруженного отказа»;

$P_{л.о}$ — вероятность «ложного отказа».

2.8. Значения показателей надежности следует устанавливать для задания в стандартах и ТУ на конкретную аппаратуру на этапе составления ТЗ.

2.8.1. Значения показателей надежности, а также показателей системы технического обслуживания, включая показатели эффективности системы контроля, устанавливают в соответствии с требованиями действующих стандартов на аппаратуру.

2.8.2. Выбор и задание показателей ремонтопригодности — по ГОСТ 23146—78.

2.8.3. Значения показателей надежности подлежат согласованию между заказчиком и предприятием-изготовителем.

2.8.4. В стандарты и ТУ на конкретную аппаратуру значения показателей надежности следует вносить с учетом результатов, полученных расчетным, расчетно-экспериментальным или экспериментальным способом.

2.8.5. Отсчет срока службы, срока сохраняемости и технического ресурса производят с момента приемки изделий отделом технического контроля предприятия-изготовителя.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ (СТО), МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ АППАРАТУРЫ, КОМПЛЕКТАЦИИ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ, ИНСТРУМЕНТА И ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ (ЗИП)

3.1. При задании требований по надежности одновременно должны быть оговорены общие требования к СТО, метрологическому обеспечению и комплектации ЗИП, с учетом которых достигаются заданные значения показателей надежности при эксплуатации аппаратуры. Объем СТО должен быть согласован между заказчиком и предприятием-изготовителем.

3.2. Требования к СТО аппаратуры

3.2.1. К СТО, придаваемым к аппаратуре, встраиваемым в нее или используемым для обеспечения работоспособности и поиска неисправностей в условиях, оговоренных для соответствующих групп (по классификации, приведенной в ГОСТ 25804.3—83), относят:

приборы измерения и контроля параметров, информативно-командные и документирующие устройства,

автоматизированные системы контроля работоспособности, поиска неисправностей и управления резервом или отдельными техническими параметрами;

автоматизированные системы программного контроля работоспособности и поиска неисправностей, прогнозирования отказов и выдачи инструкций обслуживающему персоналу по техническому обслуживанию.

3.2.2. Во всех случаях применения СТО не должны снижать эксплуатационно-технических характеристик аппаратуры.

3.2.3. Применение СТО должно обеспечивать фактическое выполнение требований по техническому обслуживанию аппаратуры в течение заданного времени.

3.2.4. Применение СТО должно исключать неправильные действия обслуживающего персонала при подготовке аппаратуры к применению по назначению, восстановлению работоспособности или профилактике.

3.2.5. Глубина поиска отказавшего элемента должна соответствовать принятому уровню автоматизации СТО и наименьшему уровню деления сменных элементов, придаваемых в ЗИП.

3.2.6. Информация, выдаваемая СТО обслуживающему персоналу, должна быть достаточной для принятия решения об исправности (работоспособности) аппаратуры и для выполнения мероприятий по ее восстановлению.

3.2.7. Применение СТО не должно требовать дополнительного увеличения объема придаваемой к аппаратуре эксплуатационно-технической документации, а, как правило, способствовать его уменьшению.

3.2.8. Габаритные размеры, масса, объем, уровень централизации и автоматизации СТО должны соответствовать заданным.

3.2.9. Выбор СТО (придаваемых в ЗИП, встраиваемых, привлекаемых на период технического обслуживания) и способа сопряжения его с аппаратурой проводят исходя из влияния СТО на надежность аппаратуры, характеристик и условий применения СТО. При этом следует применять стандартизованные и унифицированные СТО.

3.3. Требования к метрологическому обеспечению аппаратуры

3.3.1. Требования к метрологическому обеспечению аппаратуры включают:

задание в соответствии с требованиями п. 2.7 показателей аппаратуры, требующей измерения контролируемых параметров;

обеспечение полноты объема измерений контролируемых параметров, определяющих техническое состояние аппаратуры с заданной достоверностью;

наличие метрологических связей контролируемых параметров аппаратуры (по точности измерений) с государственными эталонами.

Требуемая точность измерений контролируемых параметров должна быть согласована между заказчиком и предприятием-изготовителем.

3.3.2. При оценке метрологического обеспечения для средств измерений общего применения следует учитывать соотношение между допускаемыми погрешностями средства измерений и образцового (контролирующего) средства, выбираемое на базе действующих нормативных документов.

3.4. Требования к комплектации ЗИП

3.4.1. При задании требований к комплектации ЗИП должны быть указаны:

условия или показатели обеспечения ЗИП;

исходные данные для определения объема ЗИП;

методика расчета ЗИП (в виде ссылки на соответствующие стандарты или другие документы, согласованные в установленном порядке);

порядок применения ЗИП;

сроки предъявления результатов расчета и самого ЗИП.

При этом учитывают:

виды комплекта ЗИП (одиночный, ремонтный, групповой и др.);

состав комплектов ЗИП каждого вида;

порядок и сроки поставки ЗИП и место его размещения;

порядок и периодичность пополнения ЗИП;

срок эксплуатации, на который поставляется одиночный ЗИП.

3.4.2. Состав комплектов ЗИП каждого вида должен быть согласован между заказчиком и предприятием-изготовителем.

4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ (ПОН)

4.1. ПОН должна охватывать стадии разработки, установленные в ГОСТ 2.103—68, и этап серийного производства аппаратуры.

4.2. ПОН должна быть составлена на конкретную аппаратуру, разрабатываемую по ТЗ или изготавливаемую конкретным предприятием, а также на составные части аппаратуры, которые разрабатывают по отдельному ТЗ.

При разработке или изготовлении аппаратуры однотипной группы следует составлять ПОН на всю группу аппаратуры.

4.3. В основу выполнения ПОН должен быть положен систематический контроль качества выполняемых работ, анализ дефектов в процессе разработки, производства, ремонта и эксплуатации аппаратуры и целенаправленное изменение ее схемного и функционального построения, конструкции, технологии изготовления, элементной базы, а также других факторов, влияющих на надежность и стойкость аппаратуры к воздействию внешних факторов.

4.4. При составлении ПОН необходимо учитывать:

состав и заданный уровень требований;

степень сложности аппаратуры и принципы ее действия;

характер и объем предполагаемого производства;

стоимость аппаратуры с учетом стоимости работ, планируемых в ПОН;

ожидаемые условия эксплуатации и применения аппаратуры.

4.5. В ПОН должно быть определено:

конкретное содержание работ, направленных на обеспечение надежности аппаратуры;

нормативно-техническая и (или) методическая документация, которой необходимо руководствоваться при выполнении указанных работ;

вид отчетной документации;

сроки выполнения работ;

исполнители работ (с указанием ответственного за данную работу).

Перечни нормативно-технической, методической и отчетной документации приведены в рекомендуемых приложениях 4 и 5.

4.6. Требования и правила, регламентируемые ПОН, должны обеспечивать:

выбор оптимальных (с точки зрения обеспечения надежности и стойкости к ВВФ, а также системы технического обслуживания) схемных решений, конструкции, структурно-функционального по-

строения аппаратуры, принципов, алгоритмов и программ ее действия;

применение современных материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, соответствующих требованиям, установленным в стандартах или ТУ на них и в ограничительных перечнях;

качественную отработку конструкторской (в том числе эксплуатационной и ремонтной) и технологической документации;

выполнение современных требований к организации и условиям разработки и производства аппаратуры (внедрение системы бездефектного проектирования и производства аппаратуры, сдачи ее с первого предъявления и др.);

применение современных расчетно-экспериментальных методов определения показателей надежности и стойкости аппаратуры к ВВФ;

получение при разработке аппаратуры и сохранение в процессе ее производства определенных производственных запасов по техническим и эксплуатационным параметрам аппаратуры;

оснащенность производства современным технологическим оборудованием, обеспечивающим стабильность технологического процесса и проведение периодической аттестации технологических процессов;

применение испытательного оборудования, средств измерений и контроля, позволяющих получать достоверную информацию о результатах измерений, испытаний и исправности аппаратуры;

внедрение организационно-технических мероприятий, морально и материально стимулирующих обеспечение заданных показателей надежности и стойкости с минимальными временными и материальными затратами;

проведение работ по технологической подготовке производства, разработке технологической документации и отработке конструкции аппаратуры на технологичность. Эти работы должны быть проведены на стадиях разработки и производства в объемах, установленных в стандартах Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП) и Единой системы технологической документации (ЕСТД);

периодическую проверку выполнения требований к испытательному оборудованию и средствам измерений, соблюдение единства мер, точности и достоверности измерений;

применение научно обоснованной системы контроля качества;

внедрение оперативного контроля (а на важнейших операциях статистического регулирования технологического процесса) при изготовлении аппаратуры;

внедрение мероприятий, обеспечивающих выявление и исключение дефектных блоков, узлов до установки их в аппаратуру (например, в процессе термической тренировки, технологического прогона и т. д.). Своевременное проведение анализа всех дефектов

с применением современных методов, в частности, физико-технических методов неразрушающего контроля, выявление характерных дефектов (причин их появления) в процессе испытаний и эксплуатации, а также оперативное принятие мер, исключающих повторение этих дефектов;

высокую техническую подготовку персонала и его периодическую аттестацию.

4.7. Порядок разработки и утверждения ПОН приведен в рекомендуемом приложении 6.

Гребования к ПОН на стадии разработки приведены в рекомендуемом приложении 7.

Требования к ПОН на стадии производства приведены в рекомендуемом приложении 8.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

ОПЕРАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ АППАРАТУРЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

1. К показателям надежности аппаратуры релейной защиты относят:

коэффициент готовности срабатывания аппаратуры при требовании ее срабатывания p;

коэффициент неготовности срабатывания аппаратуры при требовании ее срабатывания q

$$q=1-p,$$

коэффициент готовности несрабатывания аппаратуры при требовании срабатывания к другой аппаратуре v;

коэффициент неготовности несрабатывания аппаратуры при требовании срабатывания к другой аппаратуре w;

$$w=1-v;$$

параметр потока ложных срабатываний аппаратуры, где ложное срабатывание — срабатывание при отсутствии требований — $\omega_л$;

Для определения q используют расчетную величину

$$y \quad \frac{\omega}{\omega+\mu},$$

где ω — суммарная интенсивность отказа, ведущего к неготовности срабатывания, элементов, соединенных для надежности срабатывания последовательно;

μ — интенсивность восстановления готовности срабатывания (величина, обратная среднему значению времени восстановления готовности срабатывания).

Для определения w используют расчетную величину

$$z = \frac{\omega'}{\omega' + \mu'},$$

где ω' и μ',— то же, что ω и μ соответственно, но для неготовности несрабатывания.

2. Формулы для определения показателей надежности аппаратуры релейной защиты

2.1. Формулы для случая без резервирования:

$$q = \frac{y}{k}; \qquad w = \frac{z}{k},$$

где k — коэффициент, учитывающий регулярность контроля.

2.2. Формулы для схемы дублирования срабатывания:

$$q = \frac{y^2}{k}; \qquad w = \frac{2z}{k},$$

где y и z относятся к одному элементу схемы дублирования срабатывания, а k учитывает, кроме указанного выше, взаимозависимость состояний этих элементов.

2.3. Формулы для схемы дублирования несрабатывания:

$$q = \frac{2y}{k}; \qquad w = \frac{z^2}{k},$$

где y, z и k — то же, что в п. 2.2, но для схемы дублирования несрабатывания.

2.4. Формулы для схемы «два из трех»:

$$q = \frac{3y^2}{k}; \qquad w = \frac{3z^2}{k},$$

где y, z и k — то же, что в пп. 2.2 и 2.3, но для схемы «два из трех».

3. Значения показателей надежности аппаратуры релейной защиты

3.1. Значения коэффициентов p и v при принятых средствах технического обслуживания принимают 0,998 и 0,9995 соответственно.

3.2. Значение параметра потока ложных срабатываний $\omega_л$ принимают 0,0011/год.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

Рекомендуемые значения наработки на отказ

Число электрорадиоэлементов* в аппаратуре, в том числе интегральных схем и микросборок	Наработка на отказ T_o, ч, не менее (при среднем времени восстановления 1 ч)		
	для аппаратуры на полупроводниковых приборах и комбинированной (на полупроводниковых приборах и до 5% интегральных схем)	для аппаратуры комбинированной (на полупроводниковых приборах и более 5% интегральных схем и микросборок)	для аппаратуры на интегральных схемах и микросборках
До 10 включ.	20000	30000	40000
От 11 до 20 »	10000	18000	23000
» 21 » 30 »	7500	12000	16000
» 31 » 50 »	5000	9000	13500
» 51 » 70 »	4000	7500	9500
» 71 » 100 »	3500	5500	8000
» 101 » 199 »	3000	4000	6000

* Пайка и провода не учитываются.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Обязательное

ЗНАЧЕНИЯ НАРАБОТКИ НА ОТКАЗ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В МОДУЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

1. Значения наработки на отказ следует принимать равными:

для систем управления, действующих в аварийной защите реактора, технологической защите основного оборудования, систем обеспечения безопасности и жизнеобеспечения атомных электростанций, локализации аварий и других систем нулевого приоритета действия — не менее 200 тыс. (при среднем времени восстановления — 1 ч);

для систем управления, используемых в автоматическом регулировании, блокировках, представлении информации о непосредственно измеряемых и вычисляемых параметрах (используемых в контурах автоматического управления и в режиме «советчика» оператору) — не менее 20 тыс. (при среднем времени восстановления — 2 ч);

для систем управления, используемых для измерения, индикации и регистрации (как непосредственно измеряемых, так и вычисляемых) параметров — не менее 10 тыс. (при среднем времени восстановления — 4 ч.);

для систем управления, используемых в вычислениях, не связанных с предыдущими функциями, — не менее 1250 ч (при среднем времени восстановления — 8 ч);

Примечание. В случае, если аппаратура не в состоянии обеспечить необходимые требования по надежности, системы управления следует компоновать из аппаратуры по определенной логической схеме (дублирование, «два из трех», «два из четырех» и т. д.).

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Рекомендуемое

ПЕРЕЧЕНЬ
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ, МЕТОДИЧЕСКОЙ И ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

1. Техническое задание (ТЗ).
2. Справочники, каталоги, информационные сообщения, характеризующие надежность и стойкость отечественной и зарубежной аппаратуры аналогичного назначения к ВВФ.
3. Стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).
4. ГОСТ 25804.2—83.
5. ГОСТ 25804.4—83.
6. Перечень комплектующих изделий и материалов, разрешенных к применению.
7. Ведомость технического предложения.
8. Пояснительная записка.
9. Программа обеспечения надежности
10. Ведомость эскизного проекта.
11. Чертеж общего вида
12. Теоретический чертеж.
13. Габаритный чертеж.
14. Функциональная (электрическая, кинематическая) схема.
15. Ведомость комплектующих изделий.
16. Протоколы испытаний, акты проверки, записи в специальных журналах.
17. ГОСТ 25804.3—83.
18. ГОСТ 25804.5—83.
19. ГОСТ 25804.6—83.
20. ГОСТ 25804.7—83.
21. ГОСТ 25804.8—83.
22. Методические документы по оценке уровня стандартизации и унификации.
23. Нормативно-техническая документация на комплектующие изделия и конструкционные материалы.
24. Акт комиссии о приемке эскизного проекта.
25. Ведомость технического проекта.
26. Принципиальные (электрические, кинематические) схемы.
27. Ведомость покупных изделий.
28. Ведомость согласования применения изделий.
29. Ведомость изделий собственного изготовления.

30. Схема расположения аппаратуры и ее составных частей.
31. Отраслевые документы.
32. Стандарты Единой системы технологической документации (ЕСТД).
33. Акт комиссии о приемке технического проекта.
34. Сборочный чертеж.
35. Монтажный чертеж
36. Стандарты предприятий.

Примечание. Перечень нормативно-технических и методических документов предприятия с указанием их основного содержания приведен в рекомендуемом приложении 5.

37. Рабочий комплект конструкторской документации литеры «О».
38. Рабочий комплект технологической документации литеры «О».
39. Технический проект
40. Эксплуатационные документы.
41. Ведомость испытательного оборудования и измерительных приборов.
42. Комплект конструкторских документов литеры «А».
43. Комплект технологических документов литеры «А».
44. Отчет по ПОНр с приложением предложений по ПОНп.
45. Акт приемки опытно-конструкторской работы.
46. Рабочие материалы.
47. Акт приемки установочной серии.
48. Комплект конструкторских документов литеры «Б».
49. Комплект технологических документов литеры «Б».
50. Протоколы испытаний аппаратуры.
51. Отчеты о ПОНп.
52. Стандарты Государственной системы измерений (ГСИ).
53. Документы по применению средств технического обслуживания.
54. Технические задания на составные части аппаратуры.
55. План график работ по исследованию радиационной стойкости.
56. Перечень комплектующих изделий и конструкционных материалов, применяемых в аппаратуре.
57. План мероприятий по устранению дефектов аппаратуры.
58. Методические документы по методике оценки показателей надежности и стойкости аппаратуры к ВВФ.
59. Руководства по оценке режимов работы и правильности применения изделий электронной техники, электротехники и средств контроля в аппаратуре.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Рекомендуемое

ПЕРЕЧЕНЬ
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Назначение документа	Основное содержание документа
Стандарт предприятия, устанавливающий нормы, методы и правила контроля производственной гигиены	В стандарте должны быть оговорены должностные лица, ответственные (без указаний фамилий) за производственную гигиену на соответствующих участках (линиях, цехах), периодичность оценки чистоты производственных помещений и воздуха и критерии оценки, методики проверки чистоты рабочих мест, а также гигиены производственного персонала, форма записи результатов проверки и действия по ним
Инструкция по анализу дефектов, обнаруженных при изготовлении, хранении, эксплуатации	В документе определяется последовательность и порядок проведения анализа, порядок использования результатов анализа для обратной связи с производством с целью исключения повторения отказов и дефектов
Стандарт предприятия по статистическому регулированию технологического процесса	В стандарте предприятия определяют технологические операции, по которым проводят регулирование, перечень параметров изделий и технологического процесса, подвергаемых проверке, возможность корректировки, объем и периодичность контроля, а также порядок целенаправленных воздействий на условия и факторы, влияющие на качество изделий
Стандарт предприятия, определяющий порядок контроля, ведения и соблюдения конструкторской и технологической документации	В стандарте предприятия определяют порядок контроля, ведения и соблюдения конструкторской и технологической документации в соответствии с требованиями, установленными в ГОСТ 2.111—68 и ГОСТ 3.1001—81, с отражением порядка учета, хранения и обращения конструкторской и технологической документации, а также порядка внесения в нее изменений
Стандарт предприятия по входному контролю качества комплектующих изделий и конструкционных материалов и др.	В стандарте указывают объем и периодичность проверок, методики проверок и испытательное оборудование, контролируемые характеристики, критерии оценки, действия по результатам входного контроля и порядок учета

Назначение документа	Основное содержание документа
Методика отбраковочных испытаний	В документе указывают режим и условия испытаний, испытательное оборудование, параметры, критерии годности и нормы на них, последовательность проведения испытаний, оценку результатов испытаний и документы по их оформлению, действие по результатам отбраковки
Карта функциональных схем	Карта имеет вид функциональной схемы, показывающей подчинение и ответственность должностных лиц (без указания фамилий) в части разработки, согласования, утверждения и осуществления различных аспектов ПОН
Инструкция по обучению и аттестации производственного и контролирующего персонала	В инструкции должны быть описаны методы подготовки и аттестации персонала на всех важнейших технологических и контрольных операциях
Инструкция по аттестации технологического процесса	В инструкции должны быть указаны: перечень технологических операций, подвергаемых периодической аттестации, периодичность аттестации отдельных операций и технологического процесса в целом, порядок подробной проверки процесса изготовления изделий на всех подконтрольных операциях с указанием критериев оценки, порядок проверки производственного и вспомогательного оборудования, производственной гигиены, квалификации персонала и документации, а также порядок учета аттестации и действий по результатам аттестации
Технологическая схема и основные взаимосвязи при производстве	Документы должны содержать схему технологических операций, определяющих качество изделий, и схему взаимосвязи характерных видов отказов изделий с дефектами, возникающими в технологическом процессе на различных операциях
Технологическая инструкция	Документ составляется в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1001—81 и ГОСТ 3.1102—81
Стандарт предприятия, определяющий порядок ведения операционного контроля	В стандарте указывают контролируемые параметры, объем, условия и методы проверки оборудования, критерии оценки и действия по результатам проверки, порядок оформления результатов и периодичность проверки
Инструкция по проверке производственных запасов	В инструкции приводят объем проверок и режим испытаний изделий, формы записи и обработки результатов испытаний, а также действия (решения) по результатам проверки

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Рекомендуемое

ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ И УТВЕРЖДЕНИЯ ПРОГРАММЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ (ПОН)

1. ПОН составляют как отдельный документ для каждой стадии разработки (ПОНр), производства (ПОНп).

2. Сроки составления ПОН должны быть установлены по согласованию с заказчиком или его представителем и указаны в ТЗ.

3. ПОНр разрабатывает подразделение — головной исполнитель опытно-конструкторской работы (ОКР) с участием подразделений, соисполнителей ОКР, а также с участием подразделений надежности, главного технолога, служб стандартизации и метрологии на предприятии. Ответственным за составление и выполнение ПОНр является главный конструктор разработки.

4. ПОНр следует согласовывать с руководителями подразделений—соисполнителей ОКР на данном предприятии и представителем заказчика.

5. При разработке аппаратуры несколькими предприятиями каждое из них должно разрабатывать отдельную ПОНр, увязанную с общей программой на всю ОКР. При этом отдельные ПОНр должны быть согласованы с главным конструктором всей разработки.

6. ПОНр утверждает руководство предприятия, разрабатывающее аппаратуру.

7. ПОНп разрабатывает подразделение главного конструктора, службы технического контроля, подразделений надежности, служб стандартизации и метрологии предприятия-изготовителя.

Ответственным за составление и выполнение ПОНп является главный технолог.

8. Программу для стадий производства согласовывают с руководителями подразделений предприятий, участвующих в выполнении программы, главным конструктором разработки и представителем заказчика.

9. При изготовлении однотипной аппаратуры (или ее блоков, узлов) несколькими предприятиями, каждое из них должно разрабатывать отдельную ПОНп с учетом организационно-технических особенностей предприятия. При этом отдельные ПОНп должны быть согласованы с предприятием — держателем подлинников.

10. ПОНп утверждает руководство предприятия-изготовителя.

11. Работы по составлению ПОН, а также работы, установленные в ПОН, включают в общий план выполнения ОКР или производства аппаратуры и в планы подразделений предприятий, участвующих в разработке или изготовлении данной аппаратуры.

12. Контроль качества выполнения работ, регламентируемых в ПОН, должны осуществлять соответствующие службы (технического контроля, надежности, метрологии и стандартизации), главный конструктор разработки (ПОНр), главный технолог (ПОНп).

13. Оценку эффективности выполнения работ по программам проводят: по ПОНр - на стадиях защиты эскизного и технического проектов; общую оценку проводят по результатам испытаний при приемке ОКР Государственной (межведомственной) комиссией;

по ПОНп — по результатам приемо-сдаточных испытаний головных образцов аппаратуры каждой стадии серийного производства, но не реже одного раза в год.

По результатам этой оценки руководство предприятия-изготовителя и заказчик принимают согласованные решения.

14. ПОНр допускается корректировать по результатам защиты отдельных стадий разработки

ПОНп — по результатам периодической оценки эффективности, а также при увеличении производственного брака или числа рекламаций.

15. Изменения и дополнения ПОН должны быть согласованы и утверждены должностными лицами, которые принимали участие в согласовании и утверждении программы

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Рекомендуемое

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ НА СТАДИИ РАЗРАБОТКИ (ПОНр)

1. Основанием для разработки ПОНр и определения стадий, которые она должна охватывать, является указание ТЗ, приведенное в разделе «Технические требования».

2. На стадии разработки ТЗ исполнитель проводит следующие основные работы:

анализ требований заказчика;

выбор и обоснование показателей надежности;

определение групп аппаратуры по устойчивости, стойкости и прочности к ВВФ;

проверку соответствия требований, указанных в ТЗ, касающихся надежности и стойкости к воздействию внешних факторов, требованиям, установленным в ГОСТ 25804.3—83,

подготовка предложений к ПОНп (проект ПОНп).

3. В ПОНр должны быть включены следующие основные работы:

на стадии технического предложения:

предварительная оценка возможных вариантов схемно-конструктивного построения аппаратуры, обоснование предлагаемого варианта, оптимально удовлетворяющего заданные требования к надежности, системе технического обслуживания, массе, габаритным размерам, стоимости, миниатюризации и устойчивости к ВВФ;

предварительный выбор и обоснование элементной базы и конструкционных материалов применительно к рассматриваемому варианту схемно-конструктивного решения аппаратуры;

прогнозирование ожидаемого уровня стойкости аппаратуры к ВВФ в пределах заданного срока службы для рассматриваемых вариантов построения аппаратуры;

анализ последствий, которые могут быть вызваны внешними воздействующими факторами в каждом из рассматриваемых вариантов построения аппаратуры;

на стадии эскизного проектирования:

теоретическое исследование надежности к стойкости возможных схемно-конструктивных вариантов аппаратуры к ВВФ с подробным анализом и обоснованием принятого варианта;

составление перечня комплектующих элементов и конструкционных материалов с учетом информации о их надежности и радиационной стойкости, содержащейся в нормативно-технической документации и официальных справочниках;

подготовка предложений к ТЗ на разработку недостающих комплектующих элементов;

организация работ по получению недостающих справочных данных путем запросов предприятий — изготовителей комплектующих изделий и материалов или проведение соответствующих испытаний на надежность или стойкость к ВВФ;

оценка соответствия эскизной компоновки составных частей аппаратуры требованиям по надежности и технологичности с учетом допусков на параметры и обеспечение производственных запасов по ним;

предварительный выбор способов охлаждения (обогрева) аппаратуры и защиты ее от ВВФ;

предварительный выбор системы контроля исправности (работоспособности) аппаратуры в процессе эксплуатации;

разработка и реализация мероприятий, направленных на повышение стойкости к ВВФ составных частей аппаратуры до заданных уровней,

установление критериев отказов (нарушения работоспособности), предварительная оценка показателей надежности и стойкости к ВВФ (в пределах заданного срока службы) выбранного варианта построения аппаратуры и сравнение их с требованиями, указанными в ТЗ;

составление программы и проведение исследовательских испытаний макетов функциональных узлов и блоков аппаратуры с целью определения запросов ее работоспособности;

выбор принципа комплектования ЗИП;

решение вопросов обеспечения безотказности, удобства эксплуатации аппаратуры и предварительное определение объема работ при техническом обслуживании;

предварительная оценка уровня стандартизации и унификации;

контроль качества работ, проводимых по ПОНр;

на стадии технического проектирования:

окончательная отработка функциональных и принципиальных электрических схем узлов (блоков) с учетом требований по надежности и стойкости к ВВФ;

выбор оптимального уровня стандартизации и унификации элементов, узлов, блоков, конструкций и материалов;

проверка и уточнение способов охлаждения (обогрева) аппаратуры и защиты ее от ВВФ способом снижения чувствительности параметров аппаратуры к изменению параметров ее составных частей из-за воздействия ВВФ;

уточнение перечня комплектующих изделий и конструкционных материалов;

компоновка узлов (блоков) и составных частей аппаратуры с учетом функциональных связей, технической совместимости и необходимости снижения уровней ВВФ, влияющих на критичные составные части аппаратуры, экранированием и применением локальных и общих защит;

оценка показателей стойкости к ВВФ составных частей аппаратуры методами с использованием уточненной информации о допусках на параметры комплектующих элементов и уточнение перечня критичных составных частей, подлежащих дальнейшему анализу;

определение численных значений показателей стойкости к ВВФ выбранных составных частей аппаратуры с помощью аналитических методов вероятностного расчета, методов статических испытаний или методов физического моделирования;

испытание критичных составных частей на моделирующих установках для определения показателей их стойкости к ВВФ и сопоставление результатов эксперимента и расчета;

определение ожидаемых показателей стойкости аппаратуры в целом к ВВФ в пределах заданного срока службы;

уточнение построения системы контроля исправности (работоспособности) аппаратуры;

проведение испытаний и оценка показателей надежности узлов и блоков аппаратуры;

расчет прочности и оценка надежности механических элементов конструкции аппаратуры;
уточненный расчет надежности аппаратуры в целом;
уточнение состава и размещения ЗИП;
разработка средств технического обслуживания аппаратуры;
уточнение допусков и производственных запасов на выходные параметры аппаратуры;
контроль качества работ, проводимых по ПОНр;
на стадии разработки рабочей документации (опытного образца):
разработка технологии изготовления аппаратуры и инструкции на важнейшие технологические операции и по проведению статистического регулирования технологического процесса на этих операциях;
разработка системы операционного контроля;
разработка методик проверки производственных запасов;
расчет и сопоставление ведомости ЗИП;
проверка заданных значений и наличия запасов по показателям надежности и стойкости к ВВФ по результатам предварительных испытаний опытного образца в условиях эксплуатации или более жестких условиях;
составление карт и проверка рабочих режимов;
анализ причин выявленных дефектов, разработка рекомендаций по их устранению;
корректирование конструкторской и технологической документации, при необходимости, по результатам предварительных испытаний;
обработка требований (указаний), устанавливаемых в эксплуатационной документации, по поддержанию надежности аппаратуры при эксплуатации (в части работ по техническому обслуживанию, осмотров, порядка проведения ремонта и др.);
контроль качества работ, проводимых по ПОНр;
составление отчета по ПОНр с предложениями по ПОНп;
оценка по результатам государственных (межведомственных) испытаний соответствия показателей надежности и стойкости к требованиям, заданным в ТЗ, технологичности конструкции, эффективности работ по ПОНр и приемлемости предложений по ПОНп.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Рекомендуемое

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ НА СТАДИИ ПРОИЗВОДСТВА (ПОНп)

1. ПОНп должна охватывать стадии:
изготовления установочной серии;
установившегося (серийного) производства.
2. В ПОНп должны быть включены следующие основные работы:
на стадии изготовления установочной серии:
проверка отработанности технологии изготовления аппаратуры применительно к условиям производства по результатам изготовления и испытаний опытных образцов;
анализ причин характерных дефектов, выявленных в результате отработки опытных образцов, разработка мероприятий по их устранению;

корректирование, при необходимости, конструкторской и (или) технологической документации;

обеспечение производства современным технологическим оборудованием, контрольно-измерительными средствами и инструментом;

подбор и обучение кадров;

разработка необходимой нормативно-технической и методической документации, которой следует руководствоваться при работах по ПОНп (инструкций по аттестации технологического процесса, по обучению и аттестации производственного персонала, по анализу дефектов, по входному контролю, по проверке производственной гигиены, требований к организации и условиям производства и др.);

контроль качества работ, проводимых по ПОНп;

составление отчета по ПОНп с учетом результатов изготовления и испытания установочной серии и предложений к ПОНп для стадии установившегося производства;

на стадии установившегося (серийного) производства:

систематический анализ надежности аппаратуры и причин дефектов, выявленных при испытаниях и эксплуатации, разработка мероприятий по оперативному воздействию на производственный процесс;

периодическая аттестация производственного персонала, а также разработка и внедрение мер морального и материального поощрения работников;

контроль за соблюдением требований, указанных в конструкторской и технологической документации, а также ее состоянием и соответствием требованиям стандартов и условиям эксплуатации аппаратуры;

контроль за технологическим процессом и периодическая его аттестация;

входной контроль качества комплектующих изделий, полуфабрикатов и конструкционных материалов в соответствии с требованиями, установленными в действующей нормативно-технической документации;

контроль за соблюдением требований к средствам измерений и испытаний;

контроль качества готовой аппаратуры и сохранения полученных при разработке производственных запасов;

контроль за соблюдением требований к организации и условиям производства высоконадежной аппаратуры;

контроль качества тары и упаковки;

составление периодических отчетов по ПОНп и оценка эффективности работ по ПОНп.

gost.e-ecolog.ru