

**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 ремонтпригодности — по ГОСТ 19152—80.

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

Общие правила и порядок обеспечения ремонтпригодности 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 I следует выбирать из табл. 1 в зависимости от характера применения, возможности ремонта, восстановления и значения выходного эффекта.

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

Категория аппаратуры определяемая характером применения по ГОСТ 25804.1—83	Возможность ремонта, восстановления и тачение выхотного эффекта*	Показатели надежности**				
		оперативные	технические			
			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_r	T_o	T_v	$T_p, T_{сл}$	T_c
	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	$K_r, P(t^*)$ или $K_{o.r}$	T_o	T_v	$T_p, T_{сл}$	T_c
	3. Ремонтируемая аппаратура. Восстанавливается непосредственно после обнаружения отказа. Выходной эффект пропорционален суммарному количеству безотказно проработанных интервалов времени длительностью t	$K_{o.r}, P_{пр}(t)$ или $K_r, P(t)$ или $K_{o.r}$	T_o	T_v	$T_p, T_{сл}$	T_c
	4. Неремонтируемая аппаратура. Выходной эффект пропорционален суммарному количеству безотказно проработанных интервалов времени длительностью t	$K_{o.r}$ или $P(t^*), P(t)$	$T_{ср}$	—	$T_p, T_{сл}$	T_c
Б	1. Ремонтируемая аппаратура. Восстанавливается непосредственно после обнаружения отказа. Выходной эффект пропорционален техническому ресурсу	K_r	T_o	T_v	$T_p, T_{сл}$	T_c

Категория аппаратуры определяемая характером применения по ГОСТ 25804.1-83	Возможность ремонта, восстановления и значение выходного эффекта*	Показатели надежности**				
		оперативные	технические			
			Безотказность	Ремонтопригодность	Долговечность	Сохраняемость
Б	2. Ремонтруемая аппаратура. Восстанавливается непосредственно после обнаружения отказа. Выходной эффект пропорционален суммарному количеству безотказно проработанных интервалов времени длительностью t	K_r или $K_r, P(t^*)$, или $K_{o.r}$	T_o	T_v	$T_p, T_{сл}$	T_c
	3. Неремонтируемая аппаратура. Выходной эффект равен 1 при безотказной работе за время t и равен 0 при отказе за это время	$P(t)$	T_{cp}	—	$T_p, T_{сл}$	T_c
В	1. Ремонтруемая аппаратура. Восстанавливается до применения. Применяется после предварительной подготовки к работе	$K_r^{*4}, P(t)$ или $K_{o.r}$	T_{cp}	T_v	$T_p, T_{сл}$	T_c
	2. Ремонтруемая аппаратура. Восстанавливается до применения	$K_{o.r}, P_{пр}(t)$	T_{cp}	T_v	$T_p, T_{сл}$	T_c
	3. Ремонтруемая аппаратура. Восстанавливается до применения. Изготавливается единичными экземплярами	—	—	T_v	$T_p, T_{сл}$	T_c
	4. Неремонтируемая аппаратура. Применяется после подготовки к работе	$P(t^*) P(t)$ или $K_{o.r}$	T_{cp}	—	$T_p, T_{сл}$	T_c
	5. Неремонтируемая аппаратура. Применяется без подготовки к работе. Мгновенного срабатывания	$P(t^{**})$	—	—	$T_{сл}$	—

Категория аппаратуры, определяемая характером применения по ГОСТ 25804 1—83	Возможность ремонта, восстановления и значение выходного эффекта*	Показатели надежности**				
		оперативные	технические			
			Безотказность	Ремонтопригодность	Долговечность	Сохраняемость
Г*5	1. Ремонтируемая аппаратура 2. Неремонтируемая аппаратура	—	T_0	T_B	$T_p, T_{сл}$	T_c
		—	$T_{ср}$	—	$T_p, T_{сл}$	T_c

* 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_G 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_r — коэффициент готовности;

$K_{ог}$ — 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_o — наработка на отказ;

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

T_p — показатель технического ресурса;

$T_{сл}$ — показатель срока службы;

T_c — показатель срока сохраняемости;

T_v — среднее время восстановления.

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

2.4.2. К показателям технического ресурса относят:

$T_{р.γ}$ — гамма-процентный ресурс;

$T_{р.ср}$ — средний ресурс;

$T_{р.н}$ — назначенный ресурс;

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

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

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

2.4.3. К показателям срока службы относят:

$T_{сл.γ}$ — 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;

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

2.4.4. К показателям срока сохраняемости относят:

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

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

2.4.5. Нарabотка 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 см³, 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

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 ремонтпригодности, либо один из оперативных показателей в сочетании с одним из технических показателей безотказности и ремонтпригодности.

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 ремонтпригодности 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 ремонтпригодности 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;

$K_{пн}$ — коэффициент планируемого использования;

$T_{то}$ — периодичность технического обслуживания;

$\Sigma_{то}$ — средняя суммарная продолжительность технического обслуживания;

$T_{мк}$ — периодичность контроля,

t_k — 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 ремонтпригодности — 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), относятся:

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.

Требования 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 — ω_l ;

Для определения q используют расчетную величину

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

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 ω 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

$$q = \frac{y}{k}, \quad \omega = \frac{z}{k}$$

где k — коэффициент, учитывающий регулярность контроля

2.2 Формулы для схемы дублирования срабатывания

$$q = \frac{y^2}{k}, \quad \omega = \frac{2z}{k}$$

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

$$q = \frac{2y}{k}, \quad \omega = \frac{z^2}{k}$$

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»

$$q = \frac{3y^2}{k}, \quad \omega = \frac{3z^2}{k}$$

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 ω_l 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_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
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
<p>Стандарт предприятия, устанавливающий нормы, методы и правила контроля производственной гигиены</p>	<p>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</p>
<p>Инструкция по анализу дефектов, обнаруженных при изготовлении, хранении, эксплуатации</p>	<p>В документе определяется последовательность и порядок проведения анализа, порядок использования результатов анализа для обратной связи с производством с целью исключения повторения отказов и дефектов</p>
<p>Стандарт предприятия по статистическому регулированию технологического процесса</p>	<p>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</p>
<p>Стандарт предприятия, определяющий порядок контроля, ведения и соблюдения конструкторской и технологической документации</p>	<p>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</p>
<p>Стандарт предприятия по входному контролю качества комплектующих изделий и конструктивных материалов и др.</p>	<p>В стандарте указывают объем и периодичность проверок, методики проверок и испытательное оборудование, контролируемые характеристики, критерии оценки, действия по результатам входного контроля и порядок учета</p>

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, форму записи и обработки результатов испытаний, а также действия (решения) по результатам проверки

**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 рекламации

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 конструктивных 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 и стойкости возможных схемно конструктивных вариантов аппаратуры к ВВФ с подробным анализом и обоснованием принятого варианта,

составление перечня комплектующих элементов и конструктивных 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.