

## УТВЕРЖДЕНО

приказ Департамента по ядерной  
и радиационной безопасности  
Министерства по чрезвычайным  
ситуациям Республики Беларусь

от 30.12.2022 № 68

## РУКОВОДСТВО

по ядерной и радиационной  
безопасности «Установление и  
методы мониторинга ресурсных  
характеристик контрольно-  
измерительных приборов и  
автоматики атомных  
электростанций»

### ГЛАВА 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик контрольно-измерительных приборов и автоматики атомных электростанций» (далее – Руководство по безопасности) разработано в целях содействия соблюдению требований норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Безопасность атомных электростанций. Требования к программе по управлению старением атомных электростанций», утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 6 декабря 2018 г. № 61 (далее – НП 61), норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных электростанций», утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 30 июня 2021 г. № 45.

2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Департамента по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь по установлению и методам мониторинга ресурсных характеристик контрольно-измерительных приборов и автоматики (далее – КИП и А) атомных электростанций (далее – АЭС) при их проектировании, конструировании, изготовлении, эксплуатации и выводе из эксплуатации.

3. Настоящее Руководство по безопасности распространяется на КИП и А АЭС, включенные в программу управления ресурсом.

4. Требования по управлению ресурсом могут быть выполнены с использованием иных способов (методов), отличных от изложенных в настоящем Руководстве по безопасности, при обоснованности выбранных способов (методов) для обеспечения безопасности.

5. В настоящем Руководстве по безопасности используются термины и определения, приведенные в НП 61, а также следующие термины и определения:

головной образец продукции – объекты разработки, выступающие одновременно в роли первых образцов несерийной и мелкосерийной продукции, реализуемой заказчику на особых условиях поставки;

деградация – необратимые изменения, ухудшающие способность изделия выполнять требуемую функцию, развивающиеся с течением времени. Деградация может наступить при применении или при хранении и быть вызвана внутренними процессами и (или) воздействием окружающей среды;

доминирующий механизм старения, деградации, повреждений КИП и А – один из нескольких механизмов старения, деградации, повреждений КИП и А, приводящий к наиболее быстрому исчерпанию ресурса;

жизненный цикл [изделия] – совокупность этапов последовательного изменения состояния изделия за время его существования;

дополнительный срок эксплуатации – календарная продолжительность (период) эксплуатации энергоблока АЭС на мощности сверх назначенного срока службы;

испытания – экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний в результате воздействия на него при его функционировании и моделировании. Определение включает оценивание и (или) контроль;

кабель управления – кабель для цепей дистанционного управления, релейной защиты и автоматики;

контрольный кабель – кабель для цепей контроля и измерения на расстоянии электрических и физических параметров;

критерий предельного состояния – признак или совокупность признаков предельного состояния объекта (оборудование, изделие, элемент), установленные документацией на него (нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной)). В зависимости от условий эксплуатации для одного и того же объекта могут быть установлены два и более критериев предельного состояния;

КИП и А – совокупность контрольно-измерительных приборов и исполнительных устройств, предназначенных для выполнения информационных и управляющих функций защиты технологического процесса;

мониторинг технического состояния – составная часть технического обслуживания, заключающаяся в наблюдении за объектом с целью получения информации о его техническом состоянии и рабочих параметрах. Мониторинг может проводиться в процессе работы объекта непрерывно или через запланированные интервалы времени. На основе данных мониторинга осуществляется контроль технического состояния и остаточного ресурса объекта;

образец для испытаний – продукция или ее часть, или проба, непосредственно подвергаемые эксперименту при испытаниях;

отказ – нарушение работоспособного состояния систем (элементов), обнаруживаемое визуально или средствами контроля и диагностирования (видимый отказ) или выявляемое только при проведении технического обслуживания (скрытый отказ);

повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния. Дефект и (или) повреждение могут служить причиной возникновения частичного или полного отказа объекта. Наличие дефекта и (или) повреждения приводит объект в неисправное состояние;

предельное состояние – состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно;

продление срока эксплуатации – деятельность по подготовке энергоблока АЭС к эксплуатации в период дополнительного срока;

специализированная организация – юридическое лицо, привлекаемое на основе контракта или гражданско-правового договора к проведению проектных, конструкторских, материаловедческих работ по управлению ресурсными характеристиками, располагающее условиями выполнения этих работ, подготовленным в установленном порядке персоналом для их проведения;

техническое состояние – состояние объекта, характеризуемое совокупностью установленных в документации параметров, описывающих его способность выполнять требуемые функции в рассматриваемых условиях;

техническое диагностирование – определение технического состояния объекта. Задачами технического диагностирования являются: контроль технического состояния, поиск места и определение причин

отказа (неисправности); прогнозирование технического состояния. Термин «техническое диагностирование» применяют в наименованиях и определениях понятий, когда решаемые задачи технического диагностирования равнозначны или основной задачей является поиск места и определение причин отказа (неисправности). Термин «контроль технического состояния» применяется, когда основной задачей технического диагностирования является определение вида технического состояния;

техническое обслуживание (далее – ТО) – комплекс организационных мероприятий и технических операций, направленных на поддержание работоспособности (исправности) объекта и снижение вероятности его отказов при использовании по назначению, хранении и транспортировании. Основные виды ТО: плановое ТО – техническое обслуживание, постановка на которое осуществляется в соответствии с требованиями документации; внеплановое ТО – техническое обслуживание, постановка на которое осуществляется без предварительного назначения по техническому состоянию;

условия эксплуатации – совокупность факторов, действующих на изделие при его эксплуатации;

электронное эксплуатационное дело изделия – совокупность данных, описывающих физическую структуру экземпляра изделия и характеризующих события, происходящие с изделием в процессах эксплуатации, технического обслуживания и ремонта (наработка, изменения в физической структуре экземпляра изделия, изменения характеристик изделия и его составных частей, отказы и их устранение и т.д.).

6. Положения настоящего Руководства по безопасности рекомендуется учитывать при формировании требований эксплуатирующей организации к закупаемым КИП и А АЭС.

## **ГЛАВА 2 НОМЕНКЛАТУРА КИП И А АЭС**

7. Примерный перечень КИП и А АЭС, включаемых в программу управления ресурсом, приведен в приложении 1 к настоящему Руководству по безопасности.

8. По согласованию с разработчиками проектов реакторной установки и АЭС эксплуатирующая организация может дополнять указанный перечень отдельными типами КИП и А, отнесенными в проекте энергоблока АЭС к элементам 2 или 3 классов безопасности, исходя из опыта эксплуатации, опыта управления ресурсом КИП и А, а

также исходя из возможности замены КИП и А в случаях исчерпания их ресурса.

9. При дополнении перечня, приведенного в приложении 1 к настоящему Руководству по безопасности, отдельными типами КИП и А в проекте АЭС рекомендуется приводить обоснование отнесения КИП и А к указанному перечню.

### **ГЛАВА 3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ РЕСУРСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

10. В проекте АЭС и в конструкторской и эксплуатационной документации рекомендуется приводить установленные и обоснованные ресурсные характеристики и сроки службы для всех КИП и А, указанных в программе управления ресурсом, установленные и обоснованные конструкторской (проектной) организацией на стадии проектирования.

11. Срок службы и ресурсные характеристики рекомендуется приводить в паспортах КИП и А. Для КИП и А, не имеющих паспортов, эксплуатирующей организации рекомендуется обеспечить оформление паспортов.

12. Для КИП и А, ресурсные характеристики которых не были установлены на стадии проектирования, эксплуатирующей организации рекомендуется разработать методологию управления ресурсом данных КИП и А. При разработке методологии рекомендуется учитывать основные принципы управления ресурсом в части прогнозирования механизмов повреждения КИП и А, мониторинга ресурсных характеристик и выявления доминирующих механизмов старения и деградации на стадии эксплуатации, периодической оценки фактического состояния КИП и А и их остаточного ресурса.

13. Примерный перечень параметров, определяющих ресурс КИП и А, для которых устанавливаются ресурсные характеристики, приведен в приложении 2 к настоящему Руководству по безопасности. Необходимые для управления ресурсом КИП и А ресурсные характеристики рекомендуется устанавливать с учетом указанного перечня параметров или, если приведенных в нем параметров недостаточно для управления ресурсом, дополнительно назначать иные. При назначении оборудованию, уже находящемуся в эксплуатации, новых ресурсных характеристик в проекте АЭС рекомендуется привести обоснование выбора параметров, определяющих ресурс КИП и А.

14. Установленный конструкторской (проектной) организацией перечень параметров, определяющих ресурс КИП и А, обосновывается с учетом:

опыта конструирования, изготовления, монтажа, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации КИП и А;

результатов опытной эксплуатации прототипов (головных образцов);

результатов аналитических исследований;

результатов испытаний образцов, в том числе результатов испытаний на ускоренное старение;

прогнозируемых механизмов старения и деградации КИП и А.

#### **ГЛАВА 4**

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ РЕСУРСА КИП и А**

15. Для всех групп КИП и А в проекте АЭС рекомендуется приводить установленные и обоснованные предельные значения ресурсных характеристик с целью определения критериев оценки ресурса.

16. Рекомендуется, чтобы предельные значения ресурсных характеристик КИП и А устанавливались конструкторской (проектной) организацией на стадии проектирования по каждой из установленных для данного прибора ресурсной характеристике в соответствии с требованиями нормативных правовых актов, в том числе обязательных для соблюдения требований технических нормативных правовых актов (далее – НПА, ТНПА), конструкторской (проектной) документации.

17. Примерный перечень критериев оценки параметров, определяющих ресурс КИП и А АЭС, приведен в приложении 3 к настоящему Руководству по безопасности. Необходимые для управления ресурсом КИП и А критерии оценки ресурса рекомендуется определять с использованием указанного перечня.

18. В случае необходимости использования иных, не указанных в приложении 3 к настоящему Руководству по безопасности, критериев оценки ресурса или дополнительных источников установления численных значений, критериев ресурса рекомендуется конструкторской (проектной) организации в проекте АЭС привести обоснование необходимости использования альтернативных критериев.

## ГЛАВА 5

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТОДАМ МОНИТОРИНГА РЕСУРСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КИП и А

19. Мониторинг ресурсных характеристик КИП и А АЭС рекомендуется выполнять для всех включенных в программу управления ресурсом типов КИП и А, ресурс которых подлежит управлению, с целью периодической или непрерывной (с использованием систем автоматизированного контроля параметров технического состояния) оценки технического состояния и выявления доминирующих (определяющих) механизмов старения и деградации КИП и А.

20. При разработке программы управления ресурсом, в которой приводятся методы мониторинга ресурсных характеристик, рекомендуется учитывать требования ГОСТ Р МЭК 61513-2020 «Системы контроля и управления, важные для безопасности. Общие требования» (в части требований к функциональным и эксплуатационным характеристикам систем контроля и управления, важных для безопасности), ГОСТ Р МЭК 62342-2016 «Атомные станции. Контроль и управление, важные для безопасности. Управление старением» (в части управления старением систем и элементов, важных для безопасности), ГОСТ Р МЭК 62385-2012 «Атомные станции. Контроль и управление, важные для безопасности. Методы оценки рабочих характеристик измерительных каналов систем безопасности» (в части методов оценки рабочих характеристик измерительных каналов систем безопасности, в том числе методов взаимной калибровки и измерения времени реакции измерительных каналов).

21. Для реализации требований к содержанию программы управления ресурсом в составе программы для конкретного энергоблока АЭС рекомендуется предусмотреть следующее:

21.1. сформировать (с учетом особенностей процессов и механизмов деградации) укрупненные типовые группы КИП и А и установить перечень КИП и А энергоблока, для которых требуется управление их ресурсом;

21.2. определить и установить объем контроля технического состояния КИП и А энергоблока;

21.3. установить критерии предельных состояний КИП и А;

21.4. определить методы выявления повреждений, в том числе характерных повреждений КИП и А;

21.5. определить периодичность и объем мониторинга технического состояния КИП и А;

Рекомендуется выделить следующие периоды проведения контроля параметров технического состояния:

оперативный мониторинг в ходе текущей эксплуатации;

мониторинг и техническое диагностирование при проведении планово-предупредительного ремонта;

мониторинг и техническое диагностирование, аналитические и расчетные методы, методы испытаний на ускоренное старение при периодической оценке безопасности ядерной установки до истечения назначенного срока эксплуатации;

мониторинг и техническое диагностирование, аналитические и расчетные методы, методы испытаний на ускоренное старение при проведении процедуры продления сроков эксплуатации;

21.6. определить методы прогнозирования остаточного ресурса, основанные на стандартизованных нормах расчета, в том числе:

прогнозирование остаточного ресурса составных частей КИП и А;

оценку остаточного ресурса по изменениям контролируемых параметров;

21.7. определить методы повышения информативности контроля технического состояния КИП и А, в том числе:

оценку технического состояния статистическими методами;

планирование минимально необходимого объема контроля и технического диагностирования;

сокращение объема контроля за счет использования распределения экстремальных значений.

22. Рекомендуется, чтобы организация работ по мониторингу ресурсных характеристик КИП и А осуществлялась эксплуатирующей организацией с привлечением специализированных организаций, имеющих квалифицированных специалистов с соответствующим опытом работы.

23. Мониторинг ресурсных характеристик КИП и А включает следующие этапы:

проверку наличия технической документации;

проверку соблюдения условий эксплуатации, в том числе с учетом фактических характеристик, зафиксированных в формулярах;

проведение анализа эксплуатационной надежности;

проверку соблюдения регламента технического обслуживания и ремонта;

проведение испытаний и измерений ресурсных характеристик в ходе

эксплуатации;

сопоставление результатов оценок ресурсных характеристик с критериями оценки ресурса и предельных состояний;  
оформление документов по результатам проведенного мониторинга.

24. Мониторинг ресурсных характеристик рекомендуется проводить с учетом следующей диагностической информации:

паспортные данные КИП и А;

данные о техническом состоянии КИП и А на начальный момент эксплуатации;

данные о текущем техническом состоянии по результатам измерений и обследований;

результаты расчетов, оценок, предварительных прогнозов и заключений;

обобщенные данные по КИП и А, которые не отмечены выше.

25. До выполнения мониторинга ресурсных характеристик, подлежащих управлению ресурсом КИП и А, рекомендуется проводить мониторинг фактических условий эксплуатации этих КИП и А, для чего на АЭС осуществляется контроль следующих параметров:

температуры, давления, влажности в местах размещения КИП и А;

уровней радиационного воздействия; вибрационных характеристик;

интенсивности электромагнитного поля в местах размещения КИП и А;

характеристик внешних воздействий;

выходных сигналов электронных блоков;

результатов профилактических испытаний;

неисправностей, их характера и способов устранения;

количества и значений систематических и аварийных перегрузок;

количества включений и отключений.

26. Дополнительно к приведенным в пункте 25 настоящего Руководства по безопасности параметрам рекомендуется выполнять регистрацию и учет времени хранения (в том числе соблюдения условий завода изготовителя по консервации и переконсервации, соблюдению способов защиты от коррозии при эксплуатации и планово-предупредительных ремонтах) и времени фактической эксплуатации КИП и А.

27. Контроль параметров, приведенных в пункте 25 настоящего Руководства по безопасности, рекомендуется осуществлять при постоянных или периодических измерениях в процессе эксплуатации в соответствии с программой управления ресурсом с учетом положений пункта 21 настоящего Руководства по безопасности.

28. В случаях невозможности измерений параметров, приведенных в пункте 25 настоящего Руководства по безопасности, эксплуатирующей организации рекомендуется в процессе эксплуатации устанавливать порядок дооснащения КИП и А АЭС системами технического диагностирования и (или) способами контроля необходимых параметров из приведенного в пункте 25 настоящего Руководства по безопасности перечня.

29. Рекомендуемые методы мониторинга ресурсных характеристик КИП и А приведены в приложении 4 к настоящему Руководству по безопасности. Перечень рекомендуемых для работы ТНПА приведен в приложении 5 к настоящему Руководству по безопасности.

30. Для реализации методов, приведенных в приложении 4 к настоящему Руководству по безопасности, рекомендуется разрабатывать методику мониторинга ресурсных характеристик с описанием необходимых средств контроля и измерения ресурсных характеристик. Применяемые методики мониторинга ресурсных характеристик проходят процедуру аттестации в установленном эксплуатирующей организацией порядке, а средства измерений регистрируются в реестре средств измерений.

31. Мониторинг ресурсных характеристик рекомендуется проводить на основе консервативного подхода с учетом неопределенностей определения каждой ресурсной характеристики. Разработчик методики приводит форму оценки неопределенности с учетом результатов проводимых в процессе мониторинга измерений и испытаний.

32. Результаты проведенного мониторинга документально оформляются с регистрацией результатов проведения испытаний и измерений (включая акты и протоколы с результатами измерений) для возможности последующего определения остаточного ресурса и прогнозирования последующего процесса деградации.

33. По результатам проведенного мониторинга эксплуатирующая организация принимает решение о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации КИП и А, включая разработку мероприятий по смягчению механизмов старения.

## ГЛАВА 6

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СБОРУ, СИСТЕМАТИЗАЦИИ И ХРАНЕНИЮ ДАННЫХ ПО КИП и А АЭС

34. Для строящихся и проектируемых АЭС эксплуатирующей организации рекомендуется до ввода энергоблока АЭС в эксплуатацию организовать и отладить систему сбора, обработки, систематизации, анализа и хранения информации по повреждениям, их накоплению и развитию, отказам и нарушениям в работе, а также по режимам работы, включая испытания, а также предаварийные ситуации и аварии.

35. Информацию, указанную в пункте 34 настоящего Руководства по безопасности, рекомендуется хранить в течение всего срока службы КИП и А в виде компьютерной базы данных, позволяющей в случае необходимости оперативно на любом этапе жизненного цикла провести сравнение проектных и фактических ресурсных характеристик КИП и А.

36. В указанной в пункте 35 настоящего Руководства по безопасности базе данных для каждого экземпляра КИП и А, ресурс которого подлежит управлению, рекомендуется формировать электронное эксплуатационное дело изделия, куда вносятся:

- все паспортные данные на электротехническое оборудование;

- данные изготовителей КИП и А АЭС и монтажных организаций, о наличии или отсутствии отклонений от конструкторской (проектной) документации и данные по технологии изготовления, ремонта и проведения дополнительных испытаний;

- данные о специализированных организациях, оказывающих услуги эксплуатирующей организации по сопровождению эксплуатации и технической диагностике КИП и А;

- сведения о наличии или отсутствии отклонений от конструкторской (проектной) документации на оборудование АЭС при его хранении, перевозке и транспортно-технологических операциях;

- технические характеристики имеющихся отклонений (при их наличии) при изготовлении, хранении, транспортировке и монтаже;

- параметры испытаний КИП и А при вводе АЭС в эксплуатацию;

- данные по опыту эксплуатации КИП и А;

- данные по мониторингу фактических условий эксплуатации КИП и А, приведенных в пункте 25 настоящего Руководства по безопасности;

- данные по повреждениям, их накоплению и развитию, механизмам старения, отказам и нарушениям в работе;

- результаты мониторинга ресурсных характеристик и их сравнение с критериями оценки ресурса;

данные по оценкам остаточного ресурса КИП и А, эксплуатирующихся в период дополнительного срока эксплуатации.

37. В эксплуатационной документации на КИП и А рекомендуется устанавливать порядок сбора и систематизации данных по КИП и А АЭС для информационной поддержки базы данных. В программе управления ресурсом обосновывается возможность и порядок восстановления недостающих данных при их отсутствии.

38. Математическое и программное обеспечение базы данных рекомендуется разрабатывать таким образом, чтобы на любом этапе жизненного цикла энергоблока АЭС обеспечить возможность сопоставления исходных и фактических значений ресурсных характеристик КИП и А, а также анализа информации об условиях эксплуатации КИП и А и их влиянии на ресурс.

39. Порядок формирования и поддержания в актуализированном состоянии базы данных определяется документацией по ведению базы данных и зависит от выбора системы управления базой данных. Допускается использование автоматизированных систем управления базой данных с применением апробированного и общедоступного программного обеспечения.

40. Хранение базы данных может выполняться как в электронном виде, так и на бумажном носителе. Доступ к базе данных ограничивается числом должностных лиц, ответственных за мониторинг ресурсных характеристик. Контроль доступа к базе данных рекомендуется осуществлять с помощью соответствующей идентификации пользователей и регистрации событий.

41. Для восстановления данных, включенных в базу, в случае логических или физических сбоев рекомендуется предусматривать создание резервной копии на отдельном учетном носителе.

42. Для АЭС, находящихся на стадии эксплуатации, на которых ведение базы данных не предусмотрено, эксплуатирующей организации рекомендуется организовать работы по разработке и вводу в действие компьютерной базы данных, указанной в пункте 35 настоящего Руководства по безопасности.

## Приложение 1

к Руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик контрольно-измерительных приборов и автоматики атомных электростанций»

### **Примерный перечень КИП и А АЭС, включаемых в программу управления ресурсом**

1. Средства и системы контроля и управления реакторной установки, относящиеся к классу безопасности 2:
  - инициирующая часть подсистемы аварийной защиты (далее – АЗ)
  - управляющая системы безопасности технологическая (далее – УСБТ);
  - исполнительная часть подсистемы АЗ-ПЗ (предупредительная защита), связанная с аварийной защитой;
  - система контроля нейтронного потока;
  - программно-технический комплекс системы внутрореакторного контроля, связанный с аварийной защитой;
  - система аварийного контроля уровня в реакторе;
  - средства температурного контроля первого контура.
2. Элементы системы управления и защиты – УСБТ, относящиеся к классу безопасности 2:
  - соединительно-коммутационное оборудование, в том числе:
  - клеммные коробки;
  - щиты промежуточных клеммников;
  - соединительные шлейфы в гермозоне;
  - низковольтные комплектные устройства;
  - первичные и вторичные измерительные преобразователи;
  - стенды датчиков;
  - импульсные трубопроводные линии;
  - кабели контроля и управления.
3. Приводы исполнительных механизмов системы управления и защиты (СУЗ).
4. Электромагниты воздушных затворов системы пассивного отвода тепла (СПОТ).
5. Пневмоприводы локализующей арматуры.
6. Элементы КИП и А, относящиеся к классу безопасности 3 (устанавливает эксплуатирующая организация);

7. Элементы системы промышленной антисейсмической защиты (СИАЗ), относящиеся к классу безопасности 2;
8. Элементы системы контроля управления доступом, относящиеся к классу безопасности 2;
9. Блок электроразводок.

## Приложение 2

к Руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик контрольно-измерительных приборов и автоматики атомных электростанций»

### **Примерный перечень параметров, определяющих ресурс КИП и А АЭС, для которых устанавливаются ресурсные характеристики**

1. Электрические параметры радиоэлектронных и микропроцессорных устройств.
2. Физико-химические свойства полимерной изоляции и оболочки кабелей и проводов.
3. Электрические параметры кабелей и проводов.
4. Состояние обмоток (электрических машин, трансформаторов).
5. Количество циклов включения аппаратов вторичных цепей.
6. Сопротивление контактных соединений аппаратуры управления.
7. Прочность и вибростойкость оборудования.
8. Время и разновременность замыкания и размыкания контактов реле и выключателей.
9. Другие параметры, не отмеченные выше.

### Приложение 3

к Руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик контрольно-измерительных приборов и автоматики атомных электростанций»

#### Примерный перечень критериев оценки параметров, определяющих ресурс КИП и А АЭС

№ п/п	Параметры, определяющие ресурс КИП и А	Критерий оценки
1.	Электрические параметры радиоэлектронных и микропроцессорных устройств	Предельные значения, установленные в ТНПА, а также установленные техническими условиями и (или) техническими требованиями, разработанными на этапе проектирования и конструирования
2.	Физико-химические свойства полимерной изоляции и оболочки кабелей и проводов	Предельное значение для материала изоляции, установленное в ТНПА
3.	Электрические параметры кабелей и проводов	Предельные значения, установленные в ТНПА, а также установленные техническими условиями и (или) техническими требованиями, разработанными на этапе проектирования и конструирования
4.	Состояние обмоток электрических машин, трансформаторов	Предельное значение для обмоток (электродвигателя, трансформатора), установленное в ТНПА
5.	Количество циклов включения аппаратов вторичных цепей	Предельные значения, установленные в ТНПА, а также установленные техническими условиями и (или) техническими требованиями, разработанными на этапе проектирования и конструирования
6.	Сопротивление контактных соединений аппаратуры управления	
7.	Прочность и вибростойкость оборудования	
8.	Время и разновременность замыкания и размыкания контактов реле и выключателей	
9.	Другие параметры, не отмеченные выше	

## Приложение 4

к Руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик контрольно-измерительных приборов и автоматики атомных электростанций»

### Рекомендуемые методы мониторинга ресурсных характеристик КИП и А АЭС

№ п/п	Параметры, определяющие ресурс (контролируемые параметры)	Рекомендуемые методы мониторинга (контроля и экспериментальной проверки)
1.	Электрические параметры радиоэлектронных и микропроцессорных устройств	<p>Методы, установленные в ТНПА, в том числе: испытания покрытий печатных плат; проверка характеристик разъемных соединений; проверка параметров входов-выходов; проверка времени отклика; испытания на потерю связи; ускоренные испытания.</p> <p>Примеры.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Методы испытаний программируемых контроллеров в соответствии с ГОСТ Р 51841-2001.</li><li>2. Методы ускоренных испытаний образцов и материалов, применяемых в их составе с целью определения остаточного ресурса в соответствии с ГОСТ Р 51372-99; ГОСТ 9.707-81</li></ol>

№ п/п	Параметры, определяющие ресурс (контролируемые параметры)	Рекомендуемые методы мониторинга (контроля и экспериментальной проверки)
2.	Физико-химические свойства полимерной изоляции и оболочки кабелей и проводов	<p>Методы, установленные в ТНПА, в том числе: анализ структуры и состава микрообразцов изоляционных материалов физико-химическими методами, в том числе определение содержания стабилизаторов, антиоксидантов, пластификаторов (инфракрасная Фурье спектроскопия, термогравиметрический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия); оценка состояния кабеля по полному сопротивлению от функции частоты и других электрических параметров; частотно – диэлектрическая спектроскопия; измерение модуля упругости при сжатии полимерной оболочки кабеля; определение величины относительного удлинения при разрыве.</p> <p>Примеры.</p> <p>1. Методы в соответствии с ГОСТ 27905.2-88 (МЭК 610-78, МЭК 791-84). Проверка механизмов старения, связанных с эксплуатацией, физико-химические методы на системах изоляции, измерения, связанные с факторами старения, в том числе: измерения твердости по ГОСТ 24621-2015 (ISO 868:2003); измерения эластичности по ГОСТ 24622-91 (ISO 2039-2-87); измерения жесткости по ГОСТ 25922-83; измерения растягивающего напряжения по ГОСТ 11262-2017 (ISO 527-2:2012); измерения изгиба по ГОСТ 4648-2014 (ISO 178:2010); измерения сжатия по ГОСТ 4651-2014 (ISO 604:2002); измерения удара по ГОСТ 19109-2017; визуальный осмотр; химические методы.</p> <p>Методы ускоренных испытаний образцов КИП и А и материалов, применяемых в их составе с целью определения остаточного ресурса в соответствии с ГОСТ Р 51372-99; ГОСТ 9.707-81</p>

№ п/п	Параметры, определяющие ресурс (контролируемые параметры)	Рекомендуемые методы мониторинга (контроля и экспериментальной проверки)
3.	Электрические параметры кабелей и проводов	<p>Методы, установленные в ТНПА, в том числе: контроль электрической прочности, включая: напряженность электрического поля, при которой происходит пробой электроизоляционного материала; испытание изоляции повышенным напряжением; контроль сопротивления изоляции, включая: измерение сопротивления изоляции; оценку абсорбционных характеристик изоляции (коэффициент абсорбции, индекс поляризации); проведение рефлектометрии электрических свойств кабелей, том числе: временной рефлектометрии; рефлектометрии, основанной на частичных разрядах; частотно-резонансную рефлектометрию; контроль диэлектрических свойств, включая: измерение частотных диэлектрических спектров (тангенса угла диэлектрических потерь); измерение восстановленного (возвратного) напряжения; измерение изотермического тока релаксации; измерение тока утечки и коэффициента несимметрии тока утечки, в том числе испытание повышенным выпрямленным напряжением с учетом, при необходимости, пульсаций выпрямленного напряжения.</p> <p>Примеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие положения по организации и метрологическому обеспечению по ГОСТ 27905.1-88 (МЭК 505-75). ГОСТ 27905.2-88 (МЭК 610-78. МЭК 791-84). ГОСТ 27905.3-88 (МЭК 792-1-85), ГОСТ 27905.4-88 (МЭК 727-1-82).</li> <li>2. Сопротивление изоляции по ГОСТ 6433.2-71, ГОСТ 10169-77 (ГОСТ 25000-81 в части разд. 16).</li> <li>3. Диэлектрическая проницаемость по ГОСТ 6433.4-71.</li> <li>4. Диэлектрические потери и их изменение с нагрузкой и/или частотой по ГОСТ 6433.4-71.</li> <li>5. Поверхностное удельное сопротивление по ГОСТ 6433.2-71.</li> <li>6. Частичные разряды, в том числе: напряжение начала и затухания, амплитуда, количество и другие характеристики по ГОСТ 20074-83.</li> <li>7. Диэлектрические свойства как функция от температуры по ГОСТ 6433.2-71.</li> </ol> <p>Проверочные испытания на постоянное и переменное напряжение по ГОСТ 6433.3-71</p>

№ п/п	Параметры, определяющие ресурс (контролируемые параметры)	Рекомендуемые методы мониторинга (контроля и экспериментальной проверки)
4.	Состояние обмоток (электрических машин, трансформаторов)	<p>Методы, установленные в ТНПА, в том числе неразрушающий контроль состояния, осуществляемый на основе спектрального анализа тока потребления, а также метода частотной диэлектрической спектроскопии.</p> <p>Пример. Методы в соответствии с ГОСТ 3484.1-88. ГОСТ 3484.3-88. ГОСТ 22756-77 (МЭК 722-86). ГОСТ 10169-77 (ГОСТ 25000-81 в части разд. 16)</p>
5.	Количество циклов включения аппаратов вторичных цепей	<p>Методы, установленные в ТНПА. Регистрируются в процессе эксплуатации персоналом по данным наблюдений</p>
6.	Сопротивление контактных соединений аппаратуры управления	<p>Методы, установленные в ТНПА, в том числе: измерение переходного сопротивления контактных соединений; измерение превышения температур главных и вспомогательных цепей, контактных групп при номинальных (максимальных) токах нагрузки; измерение падения напряжения на контактном соединении.</p> <p>Пример. Требования и методы в соответствии с положениями ГОСТ ИЕС 60947-5-4-2014</p>
7.	Прочность и вибростойкость оборудования	<p>Методы, установленные в ТНПА, при этом замеры вибрации оборудования проводятся виброизмерительной аппаратурой; прочность оценивается расчетным путем, вибропрочность должна подтверждаться расчетом (экспериментально), а вибростойкость – экспериментально.</p> <p>Примеры. 1. ГОСТ Р ИСО 17359-2015, устанавливающий рекомендации в отношении процедур, используемых при реализации программ контроля состояния и диагностирования машин (системам мониторинга), включая программы и методы контроля состояния оборудования. 2. ГОСТ ИСО 10816-1-97; ГОСТ ИСО 7919-1-2002; определяющие общие руководящие принципы измерения и оценки механической вибрации неподвижных и подвижных элементов машин, в том числе: виброперемещение; виброскорость; виброускорение, а также порядок установления их предельных значений. 3. ГОСТ 32106-2013;</p>

№ п/п	Параметры, определяющие ресурс (контролируемые параметры)	Рекомендуемые методы мониторинга (контроля и экспериментальной проверки)
		оценка вибрационного состояния оборудования опасных производств при эксплуатации и приемочных испытаниях после монтажа и ремонта
8.	Время и разновременность замыкания и размыкания главных контактов выключателей	Методы, установленные в ТНПА, в том числе испытания на механическую работоспособность с измерением временных характеристик.  Пример. Методы испытаний в соответствии с положениями ГОСТ Р 52565-2006
9.	Другие параметры, не отмеченные выше	Разработка дополнительных методов и их обоснование

## Приложение 5

к Руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик контрольно-измерительных приборов и автоматики атомных электростанций»

### Перечень рекомендуемых для работы ТНПА

№ п/п	Обозначение документа	Наименование документа
1	ГОСТ 6433.2-71	Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрического сопротивления при постоянном напряжении
2	ГОСТ 6433.3-71	Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрической прочности при переменном (частоты 50 Гц) и постоянном напряжении
3	ГОСТ 6433.4-71	Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости при частоте 50 Гц
4	ГОСТ 10169-77 (ГОСТ 25000-81 в части разд. 16)	Машины электрические трехфазные синхронные. Методы испытаний
5	ГОСТ 22756-77 (МЭК 722-86)	Трансформаторы (силовые и напряжения) и реакторы. Методы испытаний электрической прочности изоляции
6	ГОСТ 18311-80	Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий
7	ГОСТ 9.707-81	Елиная система запиты от корпозии и стапения. Материалы полимерные. Методы ускоренных испытаний на климатическое старение
8	ГОСТ 16504-81	Система госуларственных испытаний проолвкиии. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения
9	ГОСТ 20074-83	Электрооборулование и электростановки. Метод измерения характеристик частичных разрядов
10	ГОСТ 25866-83	Эксплуатация техники. Термины и определения
11	ГОСТ 25922-83	Методы определения жесткости

№ п/п	Обозначение документа	Наименование документа
12	ГОСТ 3484.1-88	Трансформаторы силовые. Методы электромагнитных испытаний
13	ГОСТ 3484.3-88	Трансформаторы силовые. Методы измерений диэлектрических параметров изоляции
14	ГОСТ 27597-88	Изделия электронной техники. Метод оценки коррозионной стойкости
15	ГОСТ 27905.1-88 (МЭК 505-75)	Системы электрической изоляции электрооборудования. Оценка и классификация
16	ГОСТ 27905.2-88 (МЭК 610-78, МЭК 791-84)	Системы электрической изоляции. Оценка эксплуатационных характеристик, механизма старения и методы диагностики
17	ГОСТ 27905.3-88 (МЭК 792-1-85)	Системы электрической изоляции. Методы многофакторных функциональных испытаний
18	ГОСТ 27905.4-88 (МЭК 727-1-82)	Системы электрической изоляции. Методы оценки устойчивости к действию электрического поля
19	ГОСТ 27.002-89	Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения
20	ГОСТ 16962.2-90	Изделия электротехнические. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам
21	ГОСТ 17516.1-90	Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам
22	ГОСТ 24622-91 (ISO 2039-2-87)	Пластмассы. Определение твердости. Твердость по Роквеллу
23	ГОСТ 23752.1-92 (МЭК 326-2-90)	Платы печатные. Методы испытаний
24	ГОСТ ИСО 10816-1-97	Вибрация. Контроль состояния машин по результатам изменений вибрации на невращающихся частях. Часть 1. Общие требования
25	ГОСТ Р 51372-99	Методы ускоренных испытаний на долговечность и сохраняемость при воздействии агрессивных и других специальных сред для технических изделий. Общие положения материалов и систем материалов. Общие положения
26	ГОСТ Р 51841-2001	Программируемые контроллеры. Общие технические требования и методы испытаний
27	ГОСТ ИСО 7919-1-2002 = СТБ ИСО 7919-1-2001	Вибрация. Контроль состояния машин по результатам изменений вибрации на вращающихся валах. Общие требования

№ п/п	Обозначение документа	Наименование документа
28	ГОСТ Р 52565-2006	Выключатели переменного тока на напряжения от 3 до 750 кВ. Общие технические условия
29	ГОСТ Р МЭК 62385-2012	Атомные станции. Контроль и управление, важные для безопасности. Методы оценки рабочих характеристик измерительных каналов систем безопасности
30	ГОСТ 32106-2013	Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Вибрация центробежных и компрессорных агрегатов
31	ГОСТ 4651-2014 (ISO 604:2002)	Пластмассы. Метод испытания на сжатие
32	ГОСТ 4648-2014 (ISO 178:2010)	Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб
33	ГОСТ ИЕС 60034-14-2014	Машины электрические вращающиеся. Часть 14. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотой оси вращения 56 мм и более. Измерения, оценка и пределы вибрации
34	ГОСТ 17359-2015	Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство.
35	ГОСТ 24621-2015 (ISO 868:2003)	Пластмассы и эбонит. Определение твердости при вдавливании с помощью дюрометра (твердость по Шору)
36	ГОСТ Р МЭК 62342-2016	Атомные станции. Контроль и управление, важные для безопасности. Управление старением
37	ГОСТ 11262-2017	Пластмассы. Метод испытания на растяжение
38	ГОСТ 19109-2017	Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Изоду
39	ГОСТ 30372-2017 (ИЕС 60050-161:1990)	Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения
40	ГОСТ Р 53394-2017	Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения
41	ГОСТ Р МЭК 61513-2020	Системы контроля и управления, важные для безопасности. Общие требования
42	ГОСТ 9.311-21	Елиная система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Метод оценки коррозионных поражений