**ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ**

**Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности (Госатомнадзор России)**

## ФЕДЕРАЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Утверждены
постановлением
Госатомнадзора России
от 31 декабря 2003 г.
№ 9

# ПРАВИЛА ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИМПУЛЬСНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

**НП-048-03**

Введены в действие
с 28 мая 2004 г.

**Москва 2003**



gost.e-ecolog.ru

**УДК 621.039**

# ПРАВИЛА ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИМПУЛЬСНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ. НП-048-03

**Госатомнадзор России**
**Москва, 2003**

Нормативный документ устанавливает требования к обеспечению ядерной безопасности при проектировании, сооружении, вводе в эксплуатацию и эксплуатации импульсных исследовательских ядерных реакторов.

Документ разработан в соответствии с законодательством Российской Федерации, с учетом требований федеральных норм и правил, а также документа IAEA Safety Requirements of the Research Reactors. Draft Safety Requirements to supersede SS 35-S1 and 35-S2, Status: Review CSS, Vienna 2003

Нормативный документ выпускается впервые.*)

Нормативный документ прошел правовую экспертизу Минюста России (письмо Минюста России от 21.01. 2004 г № 07/670-ЮД).

## Перечень сокращений

| | | |
|---|---|---|
| ИИР | - | импульсный исследовательский ядерный реактор |
| ИИР АД | - | импульсный исследовательский ядерный реактор апериодического действия |
| ИИР ПД | - | импульсный исследовательский ядерный реактор периодического действия |
| СУЗ | - | системы управления и защиты |
| ТВС | - | тепловыделяющая сборка |
| УСБ | - | управляющие системы безопасности |
| УСНЭ | - | управляющие системы нормальной эксплуатации |

*) Нормативный документ разработан в Научно-техническом центре по ядерной и радиационной безопасности Госатомнадзора России (НТЦ ЯРБ) при участии Ковалева В.Ф., Маклакова В.В., Парамонова В.В. (НТЦ ЯРБ), Никольского Р.В , Морозова С.И. (Госатомнадзор России), Сысоева М.И. (ЦМТО Госатомнадзора России), Ефимова Е.Ф. (ДБЭЧС Минатома России), Болдина В.Ф. (НИИП), Виноградова А.В. (ОИЯИ, г. Дубна), Литицкого В.А. (ФГУП ГНЦ РФ "ФЭИ"), Остапчука В.П. (ФГУП "Красная Звезда"), Хвостионова В.Е. (ФГУ РНЦ "Курчатовский институт").

При разработке рассмотрены и учтены предложения Госатомнадзора России, Минатома России, НИИП, ОИЯИ, ФГУП "Красная Звезда", ФГУ РНЦ "Курчатовский институт", ФГУП ГНЦ РФ "ФЭИ".

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В целях настоящего документа используются следующие термины и определения.

**1. Аварийная защита ИИР**:

- функция безопасности, состоящая в аварийном останове реактора;
- комплекс систем безопасности, выполняющий функцию аварийной защиты

**2. Автокатализ цепной ядерной реакции деления** – увеличение энерговыделения в импульсе мощности ИИР из-за изменений в активной зоне реактора, вносимых самой цепной ядерной реакцией деления.

**3. Безопасное состояние ИИР** – установленные проектом** подкритичность и состояние систем и оборудования ИИР, обеспечивающие безопасность ИИР при его эксплуатации в режиме временного останова.

**4. Взвод рабочих органов СУЗ** – изменение положения (состояния) рабочих органов СУЗ, которое приводит к вводу положительной реактивности.

**5. Глубокая подкритичность ИИР** – подкритичность ИИР в режиме длительного останова, исключающая выход реактора в критическое состояние с учетом возможных отказов по общей причине.

**6. Диагностика** – функция контроля, целью которой является определение работоспособности диагностируемого объекта.

**7. Импульсный исследовательский ядерный реактор** – реактор, предназначенный для получения импульсов мощности при обеспечении надкритичности на мгновенных нейтронах.

**8. Импульсный исследовательский ядерный реактор апериодического действия** – реактор, в котором после инициирования импульса мощности надкритичность на мгновенных нейтронах гасится за счет обратной связи "мощность (температура) – реактивность".

**9. Импульсный исследовательский ядерный реактор периодического действия** – реактор, в котором импульс мощности с заданной периодичностью и амплитудой инициируется и гасится средствами воздействия на реактивность.

**10. Канал контроля** – совокупность датчика, линии передачи и средств обработки сигнала и (или) отображения информации, предназначенная для обеспечения контроля параметра в заданном проектом объеме.

**11. Комплект аппаратуры аварийной защиты** – аппаратура системы управления и защиты, выполняющая в заданном проектом объеме функции контроля состояния аварийной защиты и функции управления аварийной защитой реактора.

**12. Контроль** – часть функции управления, целью которой является оценка значения параметра или определение состояния (идентификация) контролируемого процесса или оборудования.

**13. Модулятор реактивности** – совокупность элементов СУЗ ИИР ПД, обеспечивающая периодическое изменение реактивности с заданной частотой и амплитудой.

**14. Независимые системы (элементы)** – системы (элементы), для которых отказ одной системы (элемента) не приводит к отказу другой системы (элемента).

**15. Обращение с ядерными материалами** – деятельность, связанная с перегрузкой, транспортированием, хранением и другими операциями с ядерными материалами.

---

* В Правилах, наряду с терминами, включенными в настоящий раздел, используются термины, приведенные в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии.

** В Правилах под термином "Проект" понимается совокупность документации, разработанной при проектировании, конструировании и сооружении ИИР, а также техническая документация, разработанная эксплуатирующей организацией в процессе эксплуатации ИИР.

**16. Останов ИИР** – перевод ИИР из критического (надкритического) состояния в подкритическое состояние с помощью рабочих органов СУЗ и при необходимости с помощью других технических средств воздействия на реактивность.

**17. Подкритическое состояние** – состояние реактора, характеризующееся значением эффективного коэффициента размножения нейтронов, меньшим единицы.

**18. Пусковое устройство** – совокупность элементов СУЗ ИИР АД, обеспечивающая быстрое увеличение реактивности с целью получения импульса мощности.

**19. Рабочий орган СУЗ** – используемое в СУЗ средство воздействия на реактивность, изменением положения (состояния) которого обеспечивается изменение реактивности.

По функциональному назначению рабочие органы СУЗ подразделяются на следующие:

- рабочие органы аварийной защиты;
- рабочие органы компенсации реактивности (компенсирующие органы);
- рабочие органы ручного и автоматического регулирования;
- рабочие органы пускового устройства ИИР АД;
- рабочие органы модулятора реактивности ИИР ПД.

**20. Режим временного останова ИИР** – режим эксплуатации ИИР, заключающийся в останове ИИР на определенный промежуток времени с целью проведения работ по техническому обслуживанию ИИР и подготовке экспериментальных исследований.

**21. Режим длительного останова** – режим эксплуатации ИИР, заключающийся в останове ИИР с целью проведения работ по консервации отдельных систем и оборудования и поддержанию работоспособности ИИР в течение времени, когда экспериментальные исследования на ИИР не планируются.

**22. Режим окончательного останова** – режим эксплуатации ИИР, заключающийся в останове ИИР для подготовки вывода из эксплуатации ИИР, включающий выгрузку из активной зоны ядерных материалов и их удаление с площадки ИИР.

**23. Режим пуска и работа на мощности** – режим эксплуатации ИИР, заключающийся в выводе на мощность ИИР с помощью рабочих органов СУЗ и проведении экспериментальных исследований с использованием нейтронов и ионизирующего излучения ИИР

**24. Связанные активные зоны** – активные зоны многозонного ИИР АД, плотность потока нейтронов (мощность) каждой из которых влияет на пространственное распределение нейтронов в других активных зонах ИИР.

**25. Система управления и защиты** – совокупность элементов управляющих систем нормальной эксплуатации, защитных, управляющих и обеспечивающих систем безопасности, предназначенная для обеспечения безопасного протекания и прекращения цепной ядерной реакции деления.

**26. Экспериментальное устройство ИИР** – устройство, приспособление, предназначенное для проведения экспериментальных исследований на ИИР (петлевые каналы, каналы выведения излучения, ампулы и т.д.).

**27. Ядерная авария на ИИР** – авария на ИИР, вызванная:

- нарушением контроля и управления цепной ядерной реакцией деления в активной зоне реактора или превышением номинальных параметров импульса реактивности (мощности);
- возникновением критичности при перегрузке, транспортировании и хранении твэлов;
- нарушением теплоотвода от активной зоны и другими причинами, приводящими к повреждению твэлов.

**28. Ядерная безопасность ИИР** – свойство ИИР ограничивать вероятность и последствия ядерной аварии установленными пределами.

**29. Ядерно-опасные работы на ИИР** – работы на ИИР, которые могут привести к ядерной аварии.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1.** Правила ядерной безопасности импульсных исследовательских ядерных реакторов (далее – Правила) устанавливают требования к применяемым в проекте ИИР техническим решениям, направленным на обеспечение ядерной безопасности ИИР, а также к организационно-техническим мероприятиям по обеспечению ядерной безопасности при эксплуатации с учетом назначения, нейтронно-физических характеристик и конструкционных особенностей ИИР.

**1.2.** Ядерная безопасность ИИР определяется техническим совершенством проекта ИИР, качеством изготовления, монтажа, наладки и испытаний элементов и систем, важных для безопасности, их надежностью при эксплуатации, диагностикой состояния оборудования, качеством и своевременностью проведения технического обслуживания и ремонта оборудования, организацией работ, квалификацией и дисциплиной работников (персонала).

**1.3.** Ядерная безопасность ИИР обеспечивается выполнением норм и правил безопасности и требований проекта ИИР, культурой безопасности, качеством и полнотой экспериментальных исследований нейтронно-физических характеристик при физическом и энергетическом пусках ИИР, системой организационно-технических мероприятий, минимизирующих вероятность и последствия ошибок персонала и отказов оборудования при эксплуатации ИИР в режиме пуска и работы на мощности и в других режимах.

**1.4.** Правила распространяются на все проектируемые, сооружаемые и эксплуатируемые ИИР независимо от их типа, за исключением электроядерных генераторов нейтронов, включающих в себя ИИР и источник нейтронов в виде ускорителя заряженных частиц и нейтронно-производящей мишени.

**1.5.** Порядок приведения эксплуатируемых ИИР в соответствие с требованиями Правил определяется в условиях действия лицензии на эксплуатацию ИИР.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТУ ИМПУЛЬСНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

### 2.1. Общие требования

**2.1.1.** Системы и элементы ИИР, важные для безопасности, должны проектироваться с учетом возможных механических, тепловых, химических и прочих воздействий, возникающих как при нормальной эксплуатации, так и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, с учетом внешних воздействий природного и техногенного происхождения.

**2.1.2.** В проекте ИИР должны быть приведены и обоснованы:

- перечни методик и расчетных программ, используемых для расчетного прогнозирования нейтронно-физических характеристик и обоснования ядерной безопасности ИИР, область применения используемых программ и информация об их аттестации в установленном порядке;
- проектное количество генерируемых импульсов и их номинальное энерговыделение;
- эксплутационные пределы и условия, пределы и условия безопасной эксплуатации и другие пределы для всех контролируемых нейтронно-физических, теплогидравлических и прочих характеристик, влияющих на ядерную безопасность;
- перечни систем и элементов, работоспособность и характеристики которых проверяются на работающем или остановленном реакторе, с указанием состояния реактора и систем, важных для безопасности;

- приспособления, устройства, методики и периодичность проверок систем, важных для безопасности, на работоспособность и соответствие проектным характеристикам;
- порядок загрузки ядерного топлива в активную зону реактора и порядок выведения реактора в критическое состояние;
- перечень ядерно-опасных работ при эксплуатации ИИР и меры по обеспечению ядерной безопасности при их проведении;
- условия безопасного обращения с ядерными материалами;
- условия срабатывания систем безопасности и уровни внешних воздействий, превышение которых требует останова реактора;
- количественный анализ надежности, эффективности и быстродействия выполнения функций систем управления и защиты, в котором должно быть показано, что эти показатели удовлетворяют требованиям нормативных документов, регламентирующих такие показатели;
- анализ реакций управляющих и других систем, важных для безопасности, на внешние и внутренние воздействия, возможные отказы и неисправности и отказы основного оборудования реактора, доказывающие отсутствие опасных для реактора реакций, при этом должны быть выделены наиболее вероятные и опасные отказы, в том числе приводящие к самопроизвольному выходу реактора в критическое состояние и к ядерной аварии;
- оценка последствий проектных и запроектных аварий, при этом в числе запроектных аварий должна быть рассмотрена авария с расплавлением (разрушением) активной зоны;
- данные об объеме регистрации и хранении в устройстве типа "черный ящик" информации, позволяющей идентифицировать исходные события аварий, установить фактические алгоритмы работы систем, важных для безопасности, и действия оперативного персонала.

**2.1.3.** Используемые в проекте технические решения должны обеспечивать:

- возможность перевода реактора в безопасное состояние и в состояние глубокой подкритичности;
- отрицательный мощностной (температурный) коэффициент реактивности ИИР АД, достаточный для перевода реактора в подкритическое состояние на мгновенных нейтронах после инициирования импульса мощности, и последующий перевод в подкритическое состояние на запаздывающих нейтронах с помощью рабочих органов СУЗ;
- возможность проведения исследований одной из активных зон ИИР АД со связанными активными зонами при обеспечении безопасного состояния других связанных активных зон ИИР АД;
- безопасность ИИР при любой проектной аварии, вызванной любым из учитываемых в проекте исходных событий с наложением одного отказа любого активного элемента или пассивного элемента систем безопасности, имеющего механические движущиеся части, или одной ошибки персонала, влияющей на развитие ядерной аварии, или необнаруживаемых отказов не контролируемых при эксплуатации элементов, влияющих на развитие ядерной аварии;
- диагностику состояния реактора и систем, важных для безопасности;
- сохранность и работоспособность в условиях проектных и запроектных аварий технических средств, используемых для регистрации и хранения информации, необходимой для расследования аварии.

**2.1.4.** Проектом должны быть определены организационно-технические меры по исключению несанкционированного доступа к управляющим и другим системам, важным для безопасности.

**2.1.5.** Проектом должны быть предусмотрены средства для передачи информации во внешний и внутренний аварийные центры управления реактором в условиях запроектных аварий

### 2.2. Системы нормальной эксплуатации

#### 2.2.1. Активная зона и элементы ее конструкции

**2.2.1.1.** Конструкция реактора при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации, в том числе проектных авариях, должна исключать непредусмотренные изменения состава активной зоны, перемещения и (или) деформации и формоизменения элементов активной зоны и отражателя, вызывающие увеличение реактивности и (или) ухудшение условий теплоотвода, приводящие к повреждению твэлов сверх соответствующих пределов или препятствующие нормальному функционированию рабочих органов СУЗ.

**2.2.1.2.** Конструкция ТВС и твэлов при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, должна обеспечивать непревышение соответствующих пределов повреждения твэлов с учетом:

- проектного количества и номинальных параметров импульсов мощности реактора;
- физико-химического взаимодействия материалов активной зоны и теплоносителя;
- ударных и вибрационных воздействий, термоциклического нагружения, усталости и старения материалов;
- влияния примесей в теплоносителе и продуктов деления на коррозию оболочек твэлов;
- воздействия радиационных и других факторов, ухудшающих механические характеристики материалов активной зоны и целостность оболочек твэлов.

**2.2.1.3.** Конструкция активной зоны должна исключать автокатализ цепной ядерной реакции деления.

**2.2.1.4.** Активная зона и исполнительные механизмы СУЗ должны быть спроектированы так, чтобы исключались заклинивание, выброс рабочих органов СУЗ и их самопроизвольное расцепление с приводами СУЗ.

**2.2.1.5.** В проекте должен быть приведен анализ теплотехнической надежности активной зоны с обоснованием достаточности предусмотренных в проекте запасов непревышения пределов безопасной эксплуатации твэлов.

**2.2.1.6.** Характеристики ядерного топлива, расположение твэлов, ТВС, рабочих органов СУЗ и других устройств активной зоны должны исключать возможность возникновения локальной критичности и цепной ядерной реакции деления при разрушении (расплавлении) активной зоны.

**2.2.1.7.** Конструкция активной зоны и рабочих органов СУЗ должна позволять варьировать запас реактивности и величину энерговыделения в импульсе, ограничивая их максимальными значениями, установленными в паспорте эксплуатирующей организации на ИИР.

**2.2.1.8.** Проектом ИИР с растворным ядерным топливом должен быть предусмотрен порционный дистанционный залив активной зоны растворным ядерным топливом и наличие контроля за уровнем растворного ядерного топлива в активной зоне.

**2.2.1.9.** В случае использования на ИИР с растворным ядерным топливом системы сжигания продуктов радиолиза топливного раствора прочность корпуса реактора должна определяться с учетом повышения давления в корпусе при сжигании продуктов радиолиза.

**2.2.1.10.** В проекте должны быть определены:

- запасы реактивности на начало кампании для всех состояний активной зоны, предусмотренных проектом ИИР, с оценкой погрешности используемых расчетных методов и с учетом возможных технологических отклонений комплектующих элементов активной зоны;
- эффективности рабочих органов СУЗ, ТВС и экспериментальных устройств с учетом их интерференции;
- подкритичность реактора при взведенных рабочих органах аварийной защиты;

- безопасная подкритичность и глубокая подкритичность реактора;
- эффекты и коэффициенты обратных связей по реактивности, обеспечивающие гашение импульса мощности ИИР АД;
- возможные источники и последствия флуктуации реактивности;
- удельная пороговая энергия разрушения твэлов и максимально допустимое энерговыделение за импульс мощности.

**2.2.1.11.** Для ИИР с подвижной активной зоной, перемещаемой в бокс-отстойник (отстойную зону) на период временного или длительного останова, в проекте должны быть также определены:

- условия, позволяющие начать операции по перемещению активной зоны в бокс-отстойник (подкритичность ИИР, температурный режим элементов активной зоны, радиационная обстановка и т.д.);
- перечень и технология проведения подготовительных операций по приведению технологических систем, систем управления, транспортно-технологического оборудования в состояние готовности к перемещению активной зоны;
- условия хранения активной зоны в боксе-отстойнике и объем контроля за состоянием активной зоны в боксе-отстойнике;
- состояние технологических систем, систем управления и оборудования в реакторном зале до начала работ по перемещению активной зоны из бокса-отстойника на рабочее место;
- объем контроля работоспособности и параметров технологических систем, систем управления реактора после возвращения активной зоны из бокса-отстойника на рабочее место в реакторном зале.

**2.2.1.12.** Запасы реактивности должны быть обоснованы и минимально достаточны для инициирования требуемого импульса мощности.

**2.2.1.13.** В проекте должно быть определено соответствие повреждения твэлов и активности теплоносителя первого контура по реперным радионуклидам с учетом эффективности систем очистки теплоносителя.

**2.2.1.14.** Для ИИР ПД должен быть выполнен анализ динамических процессов в активной зоне и определена граница устойчивости в координатах "средняя мощность – расход теплоносителя" и в координатах "возмущение реактивности – скорость возмущения реактивности". По результатам анализа устойчивости должна быть определена зона безопасной эксплуатации реактора.

**2.2.1.15.** Для ИИР с активной зоной без отражателя в проекте должны быть рассмотрены последствия уменьшения утечки нейтронов из активной зоны при приближении к ней персонала, экспериментальных устройств и других предметов, а также из-за разрушения строительных конструкций реакторного зала и (или) заполнения реакторного зала и активной зоны водой.

**2.2.1.16.** В проекте должны быть установлены показатели качества химического и радионуклидного составов теплоносителя, предусмотрены технические средства и организационные мероприятия по их поддержанию и контролю.

**2.2.1.17.** Проектом должны быть предусмотрены технические средства и методы контроля герметичности оболочек твэлов (ТВС) на остановленном и работающем реакторе, которые должны обеспечивать надежное и своевременное обнаружение негерметичных оболочек твэлов (ТВС).

**2.2.1.18.** Твэлы различного обогащения, выгорающие поглотители нейтронов, твэлы с выгорающим поглотителем нейтронов и твэлы, отличающиеся нуклидным составом, должны иметь четкую маркировку (отличительные знаки).

**2.2.1.19.** В проекте должна быть технически обоснована и обеспечена возможность выгрузки активной зоны и ее элементов после проектной аварии.

**2.2.2. Управляющие системы нормальной эксплуатации**

**2.2.2.1.** УСНЭ должны обеспечивать контроль состояния реактора и автоматическое и (или) дистанционное управление системами реактора с целью достижения и

поддержания в заданном диапазоне нейтронно-физических и других характеристик и параметров реактора

**2.2.2.2.** В проекте должны быть обоснованы и приведены перечни контролируемых параметров (характеристик) и сигналов о состоянии реактора и регулируемых параметров и управляющих сигналов.

**2.2.2.3.** В составе УСНЭ проектом должна быть предусмотрена часть СУЗ, обеспечивающих управление реактивностью (мощностью) при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации реактора. Указанная часть СУЗ должна включать.

- автоматические и (или) ручные регуляторы СУЗ, используемые для вывода реактора на требуемый стационарный уровень мощности и его нормального останова;
- компенсаторы реактивности, используемые для компенсации избыточного запаса реактивности реактора и выбора оптимального положения других рабочих органов СУЗ при выводе реактора на мощность;
- дополнительные технические средства, используемые для увеличения подкритичности реактора в случае, если суммарной эффективности рабочих органов СУЗ, включая рабочие органы регуляторов реактивности, компенсаторов реактивности и аварийной защиты, недостаточно для обеспечения подкритичности, соответствующей безопасному состоянию или состоянию глубокой подкритичности реактора с учетом возможного высвобождения реактивности;
- систему контроля положения и управления исполнительными механизмами рабочих органов СУЗ;
- систему, обеспечивающую генерирование импульсов мощности с помощью пускового устройства или модулятора реактивности;
- минимум два независимых между собой канала контроля плотности потока нейтронов с показывающими приборами, обеспечивающими контроль мощности реактора. При этом по меньшей мере в составе одного канала должна быть предусмотрена возможность записи изменения средней мощности реактора во времени;
- минимум два независимых между собой канала контроля скорости (периода) изменения плотности потока нейтронов с показывающими приборами;
- канал управления и контроля положения внешнего (пускового) источника нейтронов;
- каналы контроля и регистрации параметров импульсов мощности (формы и амплитуды импульса мощности или энерговыделения за импульс мощности);
- каналы контроля параметров технологических систем, важных для безопасности.

**2.2.2.4.** В случае разбиения диапазона контроля плотности потока нейтронов на несколько поддиапазонов должно быть предусмотрено перекрытие поддиапазонов не менее чем в пределах одной декады в единицах измерения плотности потока нейтронов и автоматическое переключение поддиапазонов.

**2.2.2.5.** Если каналы контроля плотности потока нейтронов не обеспечивают контроль потока нейтронов при загрузке (перегрузке) активной зоны, то реактор должен быть оборудован дополнительной системой контроля. Эта система может быть съемной, устанавливаемой на период загрузки и перегрузки активной зоны реактора, и должна включать в себя не менее двух независимых каналов контроля плотности потока нейтронов с показывающими приборами и записывающими устройствами.

**2.2.2.6.** В проекте должны быть определены и обоснованы.

- количество, функциональное распределение и эффективность рабочих органов СУЗ, а также скорости перемещения рабочих органов СУЗ на период физического пуска реактора при их калибровке и реализации импульса мощности;

- методы и условия испытаний, замены и вывода в ремонт рабочих органов СУЗ, их приводов, а также других средств воздействия на реактивность;
- аппаратурно-методическое и метрологическое обеспечение измерений эффектов реактивности и подкритичности с указанием рекомендуемых алгоритмов и физических констант кинетического уравнения реактора, количества и координат детекторов потока нейтронов, способов учета пространственно-временных эффектов, методик метрологической аттестации измерителей реактивности, при этом для измерителей реактивности должны быть предусмотрены средства проверки работоспособности и предупредительной сигнализации о неисправности.

**2.2.2.7.** УСНЭ должны обеспечивать:

- контроль уровня плотности потока нейтронов во всем диапазоне изменения мощности ИИР, начиная с уровня плотности потока нейтронов, обусловленного внешним (пусковым) источником нейтронов при отсутствии ядерного топлива в активной зоне;
- контроль реактивности (подкритичности);
- возможность ограничения вносимого пусковым устройством (модулятором реактивности) возмущения реактивности и скорости изменения реактивности значением, достаточным для получения номинальных параметров импульса мощности.

**2.2.2.8.** УСНЭ ИИР АД должны также обеспечивать контроль перед реализацией импульса мощности стартовой реактивности, других параметров и характеристик реактора, определяющих параметры импульса мощности.

**2.2.2.9.** УСНЭ ИИР ПД должны также обеспечивать:

- стабильность скорости и глубины модуляции реактивности;
- контроль частоты импульсов мощности;
- контроль вибрации узлов модулятора реактивности;
- контроль положения рабочих органов модулятора реактивности;
- контроль амплитуды каждого импульса реактивности (мощности).

**2.2.2.10.** УСНЭ ИИР с растворным ядерным топливом должны обеспечивать величину энерговыделения за импульс мощности, не приводящую к нарушению условий термостойкости растворного ядерного топлива.

**2.2.2.11.** УСНЭ каждой из связанных активных зон многозонного ИИР АД должны иметь самостоятельную систему контроля плотности потока нейтронов, регистрирующую в основном нейтроны только данной активной зоны.

**2.2.2.12.** Если рабочие органы аварийной защиты не взведены, УСНЭ должны исключать возможность перемещения (изменения положения) других средств воздействия на реактивность

**2.2.2.13.** Рабочие органы ручного и автоматического регулирования и компенсирующие органы должны иметь указатели промежуточных положений и указатели конечных положений.

**2.2.2.14.** УСНЭ должны обеспечивать автоматический контроль окончательной готовности ИИР АД к импульсу мощности по программе контроля готовности, нейтрализующей возможные ошибки персонала.

**2.2.2.15.** При отказе канала регистрации и наблюдения формы импульса мощности, или канала регистрации энерговыделения в импульсе, или любого другого канала контроля параметров реактора, определенного в проекте, должно обеспечиваться получение сигналов на останов программы контроля готовности и приведение реактора в безопасное состояние. При этом должен формироваться сигнал об отказе такого канала.

**2.2.2.16.** Проектом должно предусматриваться наличие в пункте управления реактором световой и (или) звуковой сигнализации, информирующей персонал о состоянии реактора, включая:

- сигнализацию о достижении параметрами реактора уставок срабатывания аварийной защиты (аварийная сигнализация);

- сигнализацию о приближении параметров реактора к уставкам срабатывания аварийной защиты и нарушении нормального функционирования оборудования (предупредительная сигнализация);
- сигнализацию о положении рабочих органов СУЗ и наличии напряжения в цепях электропитания систем (элементов) ИИР, важных для безопасности (указательная сигнализация).

**2.2.3. Система охлаждения активной зоны (первый контур)**

**2.2.3.1.** Система охлаждения активной зоны (первый контур) при нормальной эксплуатации реактора должна обеспечивать теплоотвод от активной зоны без нарушения установленных пределов по температуре и скорости изменения температуры элементов активной зоны, экспериментальных устройств и теплоносителя.

**2.2.3.2.** В проекте должны быть определены и обоснованы:

- границы первого контура;
- надежность эксплуатации элементов и систем первого контура в течение назначенного срока эксплуатации с учетом воздействий, возможных при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии;
- количество и характер воздействий и условия эксплуатации, учитываемые при определении проектного срока службы первого контура.

**2.2.3.3.** В проекте должно быть показано, что прочность корпуса и конструкций реактора обеспечивается как при нормальной эксплуатации, так и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, в течение всего назначенного срока эксплуатации первого контура.

**2.2.3.4.** Трубопроводы первого контура должны быть оборудованы устройствами контроля и предотвращения недопустимых перемещений и вибраций.

**2.2.3.5.** В случае использования теплообменного оборудования, служащего для передачи тепла от первого контура, проектом должен быть предусмотрен запас теплообменной поверхности, достаточный для компенсации ухудшения ее теплопередающих характеристик в процессе эксплуатации.

**2.2.3.6.** Циркуляционные насосы первого контура должны обладать инерцией, достаточной для обеспечения требуемого расхода теплоносителя при потере их энергопитания до момента, после которого естественная циркуляция теплоносителя или система аварийного расхолаживания обеспечат отвод остаточного тепловыделения без превышения эксплуатационных пределов повреждения твэлов.

**2.2.3.7.** Проектом должны быть предусмотрены:

- контроль параметров системы охлаждения активной зоны с обеспечением срабатывания предупредительной или аварийной сигнализации при достижении параметрами установленных пределов;
- автоматическая защита от недопустимого повышения или понижения давления в первом контуре при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии;
- компенсация изменений объема теплоносителя, вызванных изменением температурных режимов элементов активной зоны;
- обнаружение потерь теплоносителя при течах и компенсация потерь теплоносителя при течах (с указанием максимального расхода течи, компенсируемого этими средствами);
- защита первого контура от непредусмотренного дренирования теплоносителя;
- средства и способы обнаружения местонахождения и расхода течи теплоносителя первого контура;
- очистка теплоносителя от примесей, продуктов деления и коррозии.

**2.2.3.8.** Включение (выключение) циркуляционных насосов первого контура не должно выводить ИИР из подкритического состояния при любом исходном событии проектных аварий.

### 2.3. Системы безопасности

#### 2.3.1. Аварийная защита

**2.3.1.1.** В составе СУЗ проектом должна быть предусмотрена защитная система безопасности, обеспечивающая аварийную защиту (аварийный останов) реактора.

**2.3.1.2.** Аварийная защита реактора должна иметь не менее двух независимых рабочих органов или групп рабочих органов (группу образуют рабочие органы, имеющие один общий, независимый от других привод).

**2.3.1.3.** Эффективность и быстродействие аварийной защиты без учета одного наиболее эффективного рабочего органа (группы рабочих органов) должны быть достаточными для перевода реактора в подкритическое состояние при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, и ограничения энерговыделения в активной зоне уровнем, не приводящим к повреждению твэлов сверх пределов, установленных для проектных аварий.

**2.3.1.4.** Время срабатывания аварийной защиты для ИИР ПД, включая постоянную времени регистрирующей аппаратуры, время срабатывания исполнительных механизмов и время перемещения рабочих органов аварийной защиты, должно быть меньше периода генерации импульсов мощности.

**2.3.1.5.** Аварийная защита должна быть спроектирована таким образом, чтобы начавшееся защитное действие было выполнено полностью с учетом требований пункта 2.3.1.3 и обеспечивался контроль выполнения функции безопасности.

**2.3.1.6.** При появлении аварийного сигнала от любого канала аварийной защиты рабочие органы аварийной защиты должны приводиться в действие вне зависимости от их положения.

**2.3.1.7.** Рабочие органы аварийной защиты должны иметь указатели конечных положений и (или) состояний.

**2.3.1.8.** Аварийная защита должна выполнять свои функции (останов по сигналу аварийной защиты и при отказах в системе аварийной защиты) вне зависимости от состояния источников электроснабжения СУЗ.

**2.3.1.9.** При необходимости рабочие органы аварийной защиты могут использоваться для нормального (планового) останова реактора.

#### 2.3.2. Система аварийного расхолаживания активной зоны

**2.3.2.1.** Для ИИР с принудительным охлаждением проектом должна быть предусмотрена защитная система безопасности, обеспечивающая аварийное расхолаживание активной зоны в случае отказа нормальной (штатной) системы охлаждения.

**2.3.2.2.** В проекте должны быть обоснованы перечень параметров и признаков состояния реактора, по которым вводится в действие система аварийного расхолаживания активной зоны уставки и условия срабатывания системы для всех исходных событий проектных аварий.

**2.3.2.3.** Включение и выключение системы аварийного расхолаживания активной зоны не должны выводить реактор из подкритического состояния.

**2.3.2.4.** Проектом должна быть обеспечена возможность управления процессом аварийного расхолаживания активной зоны как из основного, так и из резервного пункта управления реактором.

#### 2.3.3. Управляющие системы безопасности

**2.3.3.1.** УСБ должны осуществлять контроль состояния защитных систем безопасности и управление ими в процессе выполнения заданных функций.

**2.3.3.2.** Используемая в УСБ аппаратура аварийной защиты должна состоять, как минимум, из двух независимых комплектов.

**2.3.3.3.** Каждый комплект аппаратуры аварийной защиты должен быть спроектирован таким образом, чтобы во всем диапазоне изменения плотности потока нейтронов обеспечивалась защита не менее чем двумя независимыми каналами:

- по плотности потока нейтронов;

- по скорости изменения плотности потока нейтронов.

**2.3.3.4.** В случае необходимости разбиения диапазона измерения плотности потока нейтронов на несколько поддиапазонов в УСБ должно быть предусмотрено перекрытие поддиапазонов измерения не менее чем в пределах одной декады в единицах плотности потока нейтронов и автоматическое переключение поддиапазонов.

**2.3.3.5.** В УСБ должна быть предусмотрена возможность подключения записывающего устройства к каждому каналу контроля плотности потока нейтронов.

**2.3.3.6.** В проекте должен быть приведен и обоснован перечень параметров и признаков состояния реактора, при которых требуется срабатывание аварийной защиты. Аварийная защита должна срабатывать как минимум в следующих случаях:

- при превышении уставки аварийной защиты по уровню плотности потока нейтронов;
- при достижении уставки аварийной защиты по скорости нарастания плотности потока нейтронов (или реактивности) при работе реактора на стационарном уровне мощности или при проведении работ на остановленном реакторе;
- при нарушении электроснабжения СУЗ;
- при неисправности или нерабочем состоянии одного из каналов аварийной защиты по уровню или скорости нарастания плотности потока нейтронов;
- при появлении технологических сигналов, требующих останова ИИР;
- при нарушении установленных эксплуатационных характеристик модулятора реактивности ИИР ПД;
- при срабатывании ключей (кнопок), предназначенных для инициирования срабатывания аварийной защиты.

**2.3.3.7.** Для каждого канала и в целом для комплекта аппаратуры аварийной защиты должна быть предусмотрена возможность проверки формирования и времени прохождения сигналов аварийной защиты без срабатывания рабочих органов аварийной защиты.

**2.3.3.8.** В системе аварийной защиты должны быть предусмотрены автоматический контроль и диагностика комплектов аппаратуры аварийной защиты и каналов защиты с выводом информации об отказах в каналах в основной пункт управления реактором, а также формирование сигналов аварийной защиты об отказах каналов или комплектов аппаратуры аварийной защиты.

**2.3.3.9.** В проекте должны быть обоснованы допустимость и условия вывода из работы одного комплекта аппаратуры аварийной защиты или одного канала в комплекте аппаратуры аварийной защиты.

**2.3.3.10.** Каждый комплект аппаратуры аварийной защиты должен работать на основе мажоритарной логики, которая выбирается на основе анализа надежности, приводимого в проекте.

**2.3.3.11.** В проекте должен быть приведен и обоснован перечень параметров и исходных событий, при которых требуется автоматическое срабатывание системы аварийного расхолаживания активной зоны.

**2.3.3.12.** Проектом должна быть предусмотрена регистрация причин срабатывания систем безопасности.

**2.3.3.13.** Отказы в каналах УСБ элементов отображения и регистрации информации не должны влиять на выполнение этими каналами своих функций.

**2.3.3.14.** Должна быть предусмотрена возможность приведения систем безопасности в действие и осуществления контроля основных параметров реактора из резервного пункта управления реактором в случае отсутствия возможности их выполнения из основного пункта управления реактором.

### 2.3.4. *Аварийные источники электроснабжения*

**2.3.4.1.** Аварийные источники электроснабжения должны обеспечивать электроснабжение каналов контроля плотности потока нейтронов, указателей положения ра-

бочих органов СУЗ и электроснабжение систем (элементов), используемых при аварийном расхолаживании активной зоны.

**2.4. Экспериментальные устройства**

**2.4.1.** В проекте должны быть приведены оценки эффектов реактивности, обусловленных установкой (извлечением) экспериментальных устройств.

**2.4.2.** Проектом должно быть обеспечено отсутствие при установке экспериментальных устройств в реактор локальной критической массы и такой деформации полей энерговыделения, которая могла бы вызвать повреждение элементов активной зоны.

**2.4.3.** Экспериментальные устройства при необходимости должны быть оснащены детекторами контроля плотности потока нейтронов, теплофизических и других параметров, важных для безопасности.

**2.4.4.** Конструкция экспериментальных устройств должна исключать возможность их самопроизвольного перемещения или изменения их параметров при монтаже (демонтаже) и эксплуатации, а также обеспечивать локализацию (удержание) внутри себя испытываемых элементов в случае их разрушения.

**2.4.5.** Если установка (извлечение) экспериментальных устройств ведет к увеличению реактивности на $0{,}3\beta_{эфф}$ и более, проектом должно быть обеспечено шаговое увеличение реактивности со значением шага, не превышающим $0{,}3\beta_{эфф}$.

**2.4.6.** Проектно-конструкторская документация на экспериментальные устройства, не предусмотренные проектом ИИР, должна быть согласована с разработчиками ИИР и эксплуатирующей организацией.

**2.4.7.** Использованию на ИИР новых экспериментальных устройств должно предшествовать экспериментальное исследование их влияния на нейтронно-физические характеристики реактора (запас реактивности, распределение энерговыделения и т.д.).

**2.4.8.** Проектом должны быть определены условия, объем и периодичность проверок экспериментальных устройств на соответствие проектным характеристикам.

## 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ И ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИМПУЛЬСНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

**3.1. Физический пуск**

**3.1.1.** Готовность ИИР к проведению физического пуска должны проверять рабочая комиссия и комиссия по ядерной безопасности, которые должны быть назначены эксплуатирующей организацией.

**3.1.2.** Рабочая комиссия должна проверить:

- соответствие выполненных на площадке ИИР работ проекту;
- укомплектованность реактора персоналом;
- готовность к работе оборудования, используемого при физическом пуске, наличие протоколов испытаний оборудования и актов об окончании пусконаладочных работ;
- наличие эксплуатационной, программно-методической, организационно-распорядительной и оперативной документации в объеме перечня документации ИИР на период физического пуска реактора, утвержденного руководством эксплуатирующей организации;
- соответствие качества работ, выполненных при сооружении реактора и проведении пусконаладочных работ, требованиям общей и частных программ обеспечения качества.

**3.1.3.** Результаты работы рабочей комиссии должны быть оформлены актом утвержденным руководителем эксплуатирующей организации.

**3.1.4.** Комиссия по ядерной безопасности должна проверить:

- готовность реактора к физическому пуску с учетом актов об устранении недостатков, приведенных в акте рабочей комиссии;
- применение мер по обеспечению ядерной безопасности, предусмотренных в программе физического пуска ИИР и в инструкции по обеспечению ядерной безопасности при физическом пуске ИИР;
- готовность персонала к началу работ по программе физического пуска, в том числе наличие у руководства и персонала ИИР разрешений на право ведения работ в области использования атомной энергии

**3.1.5.** Результаты работы комиссии по ядерной безопасности должны быть оформлены актом, утвержденным руководителем эксплуатирующей организации

**3.1.6.** Положением, утвержденным руководителем эксплуатирующей организации, должны быть определены права и обязанности должностных лиц и структурных подразделений эксплуатирующей организации, руководства и персонала ИИР по обеспечению ядерной безопасности реактора.

**3.1.7.** Приказом по эксплуатирующей организации должны быть назначены руководитель физического пуска, начальники смен и контролирующие физики, при этом должны быть определены их права и обязанности.

**3.1.8.** Завоз ядерных материалов на реактор разрешается после выполнения соответствующих условий, установленных в лицензии на эксплуатацию ИИР

**3.1.9.** Принятый в эксплуатирующей организации порядок обращения с ядерными материалами (ядерным топливом) должен соответствовать Правилам безопасности при хранении и транспортировке ядерного топлива на объектах атомной энергетики

**3.1.10.** Руководитель эксплуатирующей организации после утверждения актов об устранении недостатков, отмеченных рабочей комиссией и комиссией по ядерной безопасности, должен издать приказ о проведении физического пуска ИИР.

**3.1.11.** Физический пуск ИИР должен проводиться в соответствии с программой физического пуска ИИР, согласованной с организациями-разработчиками проекта ИИР и утвержденной руководством эксплуатирующей организации.

**3.1.12.** На этапе физического пуска все работы на площадке ИИР должны выполняться в последовательности и объеме, определенными программой физического пуска ИИР, и при проведении организационно-технических мероприятий, установленных инструкцией по обеспечению ядерной безопасности при физическом пуске ИИР

**3.1.13.** В программе физического пуска ИИР должны быть определены порядок загрузки реактора ядерным топливом и порядок выхода в критическое состояние, должны быть приведены перечень, описание и последовательность проведения планируемых экспериментов

**3.1.14.** В процессе набора критической массы должно проводиться построение "кривых обратного счета" по показаниям не менее чем двух измерительных каналов контроля мощности, при этом, как минимум, одна из "кривых обратного счета" должна иметь "безопасный ход".

**3.1.15.** Для ИИР АД со связанными активными зонами программой физического пуска ИИР должно быть предусмотрено два подэтапа работ, включая:

- исследование нейтронно-физических характеристик каждой из активных зон ИИР при удалении других активных зон на расстояние, при котором их влияние на исследуемую активную зону будет минимальным,
- одновременное исследование нейтронно-физических характеристик связанных активных зон ИИР.

**3.1.16.** Инструкция по обеспечению ядерной безопасности при физическом пуске ИИР должна предусматривать меры по обеспечению ядерной безопасности, содержать краткое описание СУЗ (включая внештатную пусковую аппаратуру, если она используется), а также характеристики каналов контроля уровня и скорости изменения плотности потока нейтронов, характеристики каналов аварийной защиты, расчетные значения критических загрузок и эффективностей рабочих органов СУЗ, оценку влияния на реактивность загружаемых экспериментальных устройств и теплоносителя, до-

гимые скорости ввода положительной реактивности при перемещении рабочих органов СУЗ.

Инструкция по обеспечению ядерной безопасности при физическом пуске ИИР должна быть утверждена руководством эксплуатирующей организации.

**3.1.17.** Все распоряжения руководителя физического пуска и операции, выполняемые персоналом, а также проводимые эксперименты и их результаты должны фиксироваться в журнале распоряжений, оперативном журнале смены и журнале измерений соответственно.

**3.1.18.** По результатам физического пуска должен быть оформлен отчет, где должны быть приведены результаты физического пуска и дан их краткий анализ

### 3.2. Энергетический пуск

**3.2.1.** К началу проведения энергетического пуска должны быть приняты в эксплуатацию все сооружения, устройства и системы, предусмотренные проектом ИИР, а также подготовлена документация в объеме перечня действующей на ИИР документации, утвержденного руководством эксплуатирующей организации.

**3.2.2.** Проверка готовности реактора к энергетическому пуску и последующей эксплуатации должна проводиться рабочей комиссией, назначаемой приказом руководителя эксплуатирующей организации, и Государственной приемочной комиссией, назначаемой по представлению федерального органа по управлению использованием атомной энергии, в порядке, установленном действующим законодательством.

**3.2.3.** Решение о проведении энергетического пуска принимается Государственной приемочной комиссией на основании утвержденного руководителем эксплуатирующей организации акта об устранении недостатков, выявленных рабочей комиссией

Решение о проведении энергетического пуска должно быть оформлено приказом по эксплуатирующей организации.

**3.2.4.** Приказом по эксплуатирующей организации должен быть назначен руководитель энергетического пуска реактора, при этом должны быть определены его права и обязанности.

**3.2.5.** Энергетический пуск ИИР должен проводиться в соответствии с программой энергетического пуска, откорректированной при необходимости по результатам физического пуска, согласованной с организациями-разработчиками проекта и утвержденной руководством эксплуатирующей организации.

**3.2.6.** В программе энергетического пуска ИИР должны быть определены основные этапы работ, исходное состояние реактора и систем перед началом каждого этапа работ, их аппаратурно-методическое обеспечение, а также меры по обеспечению ядерной безопасности.

**3.2.7.** Результаты энергетического пуска должны быть оформлены отчетом, где должны быть даны рекомендации по эксплуатации ИИР, а также рекомендации по корректировке эксплуатационной документации и отчета по обоснованию безопасности ИИР.

### 3.3. Режим пуска и работа на мощности

**3.3.1.** Эксплуатация ИИР в режиме пуска и работы на мощности должна проводиться на основании программы экспериментальных исследований на ИИР, утвержденной руководством эксплуатирующей организации, при соблюдении требований, установленных в технологическом регламенте эксплуатации ИИР и в другой эксплуатационной документации, а также в соответствии с характеристиками (параметрами), указанными в паспорте на ИИР.

**3.3.2.** Образец паспорта на импульсный исследовательский ядерный реактор приведен в приложении.

**3.3.3.** В программе экспериментальных исследований на ИИР должны быть приведены циклограмма работы реактора на мощности, параметры планируемых импуль-

сов мощности, исходное (стартовое) состояние реактора и технологических систем, а также меры по обеспечению ядерной безопасности, учитывающие специфику предстоящих экспериментальных исследований на реакторе.

**3.3.4.** Эксплуатация ИИР в режиме пуска и работы на мощности должна проводиться только при использовании экспериментальных устройств, указанных в паспорте на ИИР.

**3.3.5.** До вывода реактора на мощность после обеспечения и контрольной проверки необходимых характеристик (параметров) реактора и технологических систем должны быть выполнены организационно-технические мероприятия, исключающие до реализации импульсов мощности изменение выбранных уставок и параметров реактора и технологических систем.

**3.3.6.** Если при подготовке реактора к эксплуатации в режиме пуска и работы на мощности не будут выполнены в полном объеме требования, установленные технологическим регламентом эксплуатации ИИР или другой эксплуатационной документацией, или в процессе эксплуатации ИИР в режиме пуска и работы на мощности будут нарушены условия безопасной эксплуатации, то реактор должен быть переведен в режим временного останова. Последующая эксплуатация ИИР в режиме пуска и работы на мощности возможна только после устранения причин, вызвавших перевод реактора в режим временного останова, и по письменному разрешению (указанию) руководителя эксплуатирующей организации.

**3.3.7.** Эксплуатация ИИР в режиме пуска и работы на мощности в случае изменения технических характеристик (параметров), приведенных в паспорте на ИИР, разрешается только после переоформления паспорта на ИИР.

### 3.4. Режим временного останова

**3.4.1.** Для эксплуатации ИИР в режиме временного останова реактор предварительно должен быть приведен в безопасное состояние, при этом величина подкритичности реактора должна соответствовать значению, установленному в проекте, и быть не менее 2% ($K_{эфф} \leq 0{,}98$) при взведенных рабочих органах аварийной защиты.

**3.4.2.** Все работы в реакторном зале после приведения реактора в безопасное состояние должны выполняться не менее чем двумя работниками с регистрацией факта посещения реакторного зала в соответствующем журнале.

**3.4.3.** Техническое обслуживание, планово-предупредительный ремонт, испытания и проверка работоспособности систем, важных для безопасности, должны проводиться в соответствии с действующими инструкциями, программами и графиками, утвержденными главным инженером ИИР.

**3.4.4.** После завершения работ по техническому обслуживанию, ремонту или замене элементов систем, важных для безопасности, должна проводиться проверка их работоспособности и соответствия проектным характеристикам с документальным оформлением результатов.

**3.4.5.** Ядерно-опасные работы на ИИР должны проводиться по техническому решению (плану организации работ), утвержденному начальником (главным инженером) ИИР, где должны быть определены:

- цель проведения и перечень планируемых ядерно-опасных работ, последовательность и технология их выполнения;
- технические и организационные меры по обеспечению ядерной безопасности при проведении ядерно-опасных работ;
- расчетные и экспериментальные оценки влияния планируемых работ на реактивность реактора для каждой ядерно-опасной операции отдельно.

**3.4.6.** Технология проведения ядерно-опасных работ, постоянно повторяющихся на ИИР, когда экспериментально известно изменение реактивности от проводимых операций, может быть внесена в руководство по эксплуатации ИИР и в технологический регламент эксплуатации ИИР. В этом случае составление технического решения (см. пункт 3.4.5) не обязательно.

**3.4.7.** При проведении ядерно-опасных работ на ИИР должен обеспечиваться контроль за плотностью потока нейтронов и скоростью его изменения, при этом должны быть выставлены минимальные уставки для предупредительной и аварийной световой и звуковой сигнализации по уровню и скорости изменения плотности потока нейтронов.

**3.4.8.** Ядерно-опасные работы, как правило, должны проводиться при взведенных рабочих органах аварийной защиты.

Ситуации, когда ядерно-опасные работы проводятся без взвода рабочих органов аварийной защиты, должны быть определены в руководстве по эксплуатации и в технологическом регламенте эксплуатации ИИР, при этом требования пунктов 3.4.5 и 3.4.7 должны соблюдаться в обязательном порядке.

### 3.5. Режим длительного останова

**3.5.1.** При принятии решения о переводе ИИР в режим длительного останова эксплуатирующая организация должна разработать мероприятия, проведение которых обеспечивает безопасность реактора в режиме длительного останова и предотвращает преждевременную потерю работоспособности систем (элементов), важных для безопасности, в том числе коррозию оболочек твэлов и корпусов ТВС, находящихся в реакторе или в хранилищах.

Объем и периодичность контроля состояния ИИР, находящегося в режиме длительного останова, должны быть определены в руководстве по эксплуатации ИИР.

**3.5.2.** До начала работ по переводу реактора в режим длительного останова необходимо обеспечить глубокую подкритичность реактора, при этом величина подкритичности должна соответствовать значению, установленному в проекте, и быть не менее 5% ($K_{эфф} \leq 0,95$).

**3.5.3.** С учетом ожидаемой продолжительности режима длительного останова и других факторов должен быть рассмотрен вопрос о целесообразности выгрузки ядерного топлива из активной зоны реактора.

**3.5.4.** Используемые методы консервации систем реактора и объем технического обслуживания реактора не должны приводить к сокращению назначенного срока эксплуатации систем (элементов), важных для безопасности, и соответствовать требованиям проекта.

**3.5.5.** Объем и периодичность контроля состояния реактора, находящегося в режиме длительного останова, должны быть определены в руководстве по эксплуатации реактора.

**3.5.6.** В случае необходимости перевода реактора из режима длительного останова в режим пуска и работы на мощности работы должны проводиться по программе, утвержденной начальником (главным инженером) ИИР.

### 3.6. Режим окончательного останова

**3.6.1.** Режим окончательного останова ИИР вводится по решению федерального органа по управлению использованием атомной энергии.

**3.6.2.** При эксплуатации реактора в режиме окончательного останова эксплуатирующая организация должна выполнить организационно-технические мероприятия по подготовке предстоящих работ по выводу из эксплуатации реактора, включая выгрузку из активной зоны ядерного топлива по технологии, определенной в проекте, и вывоз ядерных материалов с площадки реактора.

**3.6.3.** Акт по результатам выполнения работ по вывозу ядерных материалов с площадки реактора должен быть представлен в федеральный орган по управлению использованием атомной энергии и в Госатомнадзор России.

## 4. КОНТРОЛЬ СОБЛЮДЕНИЯ ПРАВИЛ

**4.1.** Эксплуатирующая организация должна обеспечить постоянный контроль соблюдения Правил и ежегодно проводить комиссионную проверку состояния ядерной безопасности ИИР комиссией, назначаемой приказом руководителя эксплуатирующей организации. Результаты проверки должны отражаться в годовых отчетах по оценке состояния ядерной и радиационной безопасности ИИР, представляемых в федеральный орган по управлению использованием атомной энергии и в Госатомнадзор России.

**Приложение**
**(образец)**

### Паспорт
### на импульсный исследовательский ядерный реактор

1. Наименование и тип ИИР.....
2. Назначение ИИР.....
3. Место размещения .....
4. Эксплуатирующая организация .....
5. Разработчики проекта ИИР.....
6. Дата ввода в эксплуатацию ИИР.....
7. Назначенный срок эксплуатации, год .....
8. Основные параметры реактора:
   - количество активных зон, шт. .....
   - размеры активной зоны (диаметр х высота), мм .....
   - делящиеся изотопы и их количество, кг .....
   - ядерное топливо:
   - нуклидный состав .....
   - обогащение, % .....
   - замедлитель .....
   - отражатель .....
   - теплоноситель .....
9. Основные нейтронно-физические и другие характеристики реактора:
   - запас реактивности, $\beta_{эфф}$ .....
   - подкритичность реактора после взвода рабочих органов аварийной защиты, $\beta_{эфф}$
   - безопасная подкритичность, $\beta_{эфф}$ .....
   - глубокая подкритичность, $\beta_{эфф}$ .....
   - время жизни мгновенных нейтронов, с .....
   - эффективная доля запаздывающих нейтронов, %.....
   - импульсная доля запаздывающих нейтронов, %.....
   - суммарное значение и основные составляющие мощностного (температурного) эффекта реактивности .....
   - максимальная плотность потока нейтронов, н/см$^2$·с .....
10. Предельные параметры импульса мощности:
    - максимальное энерговыделение за номинальный импульс мощности, Дж .....
    - максимальная надкритичность для инициирования импульса мощности на мгновенных нейтронах, $\beta_{эфф}$ .....
    - допустимая скорость увеличения реактивности за импульс мощности, $\beta_{эфф}$/с.....
    - максимальная амплитуда импульса мощности, кВт .....
11. Вводимая суммарная отрицательная реактивность при гашении импульса мощности и ее составляющие, включая:
    - отрицательный мощностной (температурный) эффект реактивности, $\beta_{эфф}$ .....
    - отрицательную реактивность, вносимую рабочими органами СУЗ, $\beta_{эфф}$ .....
12. Защитные системы безопасности .....

13. Характеристики рабочих органов СУЗ

| Рабочие органы СУЗ | Группы рабочих органов СУЗ, шт. | Рабочие органы в группе СУЗ, шт. | Эффективность каждой группы СУЗ, $\beta_{эфф}$ | Время срабатывания (ввода или вывода) рабочих органов СУЗ, с |
|---|---|---|---|---|
| Аварийная защита | | | | |
| Автоматический регулятор | | | | |
| Ручной регулятор | | | | |
| Компенсатор реактивности | | | | |
| Пусковое устройство | | | | |
| Модулятор реактивности | | | | |

14. Дополнительные технические средства воздействия на реактивность и их эффективность, $\beta_{эфф}$ .....
15. Каналы аварийной защиты по уровню плотности потока нейтронов (количество каналов и тип приборов) .....
16. Каналы аварийной защиты по скорости нарастания плотности потока нейтронов (количество каналов и тип приборов) .....
17. Каналы контроля уровня плотности потока нейтронов и скорости нарастания плотности потока нейтронов (количество каналов и тип приборов) .....
18. Каналы контроля уровня плотности потока нейтронов с записывающими приборами (количество каналов и тип приборов) .....
19. Экспериментальные устройства и вносимая ими реактивность, $\beta_{эфф}$ .....
20. Паспорт выдан на основании .....
21. Паспорт действителен до "____" _____

"____" _____ _____г.

Руководитель эксплуатирующей организации

М.П.

Ф.И.О. подпись

gost.e-ecolog.ru