

# Правила ядерной безопасности исследовательских реакторов

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 1998 г.

№7

### ПРАВИЛА ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРОВ (ПБЯ ИР-98)

НП-009-98

ВВЕДЕНЫ в действие

с 1 июля 1999 г.

Москва, 1998

### ПРАВИЛА ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРОВ

(ПБЯ ИР-98)

Госатомнадзор России

Москва, 1998

Настоящие федеральные правила (ПБЯ ИР-98) являются нормативным документом, определяющим требования к обеспечению ядерной безопасности при размещении, проектировании, сооружении, эксплуатации и выводе из эксплуатации исследовательских реакторов. В правилах изложены технические требования к оборудованию и системам исследовательских реакторов, вопросы организации работ, требования к проведению экспериментов, обеспечению безопасности при обращении с ядерным топливом.

Правила выпускаются взамен ПБЯ-03-75.

Правила ядерной безопасности исследовательских реакторов (ПБЯ ИР-98) разработаны в Научно-техническом центре по ядерной и радиационной безопасности при участии Р.Э. Багдасарова, А.А. Ваймугина, В.П. Горбунова, В.С. Дикарева, П.Г. Душина, В.А. Литицкого, В.В. Маклакова, Р.В. Никольского, В.А. Петрова, Б.Г. Рязанова, Г.С. Шерашева.

В процессе разработки Правил рассмотрены и учтены замечания Минатома РФ, ГНЦ РФ НИИАР, РНЦ КИ, НИКИЭТ, ГСПИ, ОНИ ПИЯФ.

### ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В тексте настоящего документа применяются следующие термины и определения.

- 1. Авария на исследовательском реакторе (ИР)** - нарушение пределов и (или) условий безопасной эксплуатации ИР, при котором произошло незапланированное облучение людей или радиоактивное загрязнение его помещений, окружающей среды, превысившие величины, регламентированные Нормами радиационной безопасности для нормальной эксплуатации.
- 2. Аварийная защита (АЗ)** - устройство СУЗ, предназначенное для осуществления функции безопасности - быстрого автоматического и дистанционного ручного прекращения ядерной цепной реакции деления в активной зоне.
- 3. Безопасность ИР ядерная, радиационная** (далее - **безопасность ИР**) - свойство ИР при нормальной эксплуатации, предаварийных ситуациях и авариях ограничивать радиационное воздействие на работников (персонал), население, окружающую среду установленными пределами.
- 4. Временное (оперативное) хранилище ядерного топлива** - специально оборудованное место (места), расположенное в помещении ИР, определенное проектом и предназначенное для временного хранения ядерного топлива, предусмотренного программой экспериментов.
- 5. Группа РО СУЗ** - несколько рабочих органов (РО) СУЗ, объединенных по управлению с целью одновременного совместного воздействия на реактивность ИР.
- 6. Запроектная авария на ИР** - авария, вызванная неучитываемыми исходными событиями проектных аварий или сопровождающаяся дополнительными по сравнению с проектными авариями отказами систем безопасности сверх единичного отказа, реализацией ошибочных решений работников (персонала).
- 7. Исполнительный механизм (ИМ) системы, устройства** - конструкция (системы, экспериментального устройства), состоящая из рабочего органа, привода и соединительных элементов, предназначенная для управления ядерной реакцией в активной зоне ИР и проведения экспериментов.

ИМ СУЗ по функциональному назначению подразделяются на следующие:

- ИМ рабочих органов аварийной защиты (ИМ АЗ);
- ИМ рабочих органов регулирования автоматического и ручного (ИМ АР, ИМ РР);

-ИМ рабочих органов компенсации (ИМ КО).

**8. Исследовательский реактор (ИР)** - ядерная установка, включающая комплекс помещений, систем, экспериментальных устройств, с необходимыми работниками (персоналом), располагающаяся в пределах определенной проектом территории, предназначенная для получения и использования нейтронов и ионизирующего излучения в исследовательских и других целях.

**9. Исходное событие** - единичный отказ в системах (элементах) ИР, внешнее событие или ошибка работников (персонала), которые приводят к нарушению нормальной эксплуатации и могут привести к нарушению пределов и (или) условий безопасной эксплуатации. Исходное событие включает все зависимые отказы, являющиеся его следствием.

**10. Канал контроля** - совокупность датчиков, линий передачи и средств обработки сигналов и (или) представления параметров, предназначенная для обеспечения контроля в заданном проекте объеме.

**11. Канал системы (безопасности)** - часть системы, выполняющая в заданном проекте объеме функцию системы (безопасности).

**12. Компенсирующий орган (КО)** - рабочий орган (РО) СУЗ, предназначенный для компенсации реактивности в активной зоне ИР.

**13. Критерии безопасности** - установленные нормативными документами и (или) органами государственного регулирования безопасности значения параметров и (или) характеристик ИР, в соответствии с которыми обосновывается его безопасность.

**14. Максимальный запас реактивности** - реактивность, которая может быть реализована в ИР при извлечении из активной зоны всех средств воздействия на реактивность и других извлекаемых поглотителей и экспериментальных устройств для момента кампании и состояния ИР с максимальным значением эффективного коэффициента размножения.

**Примечание.** Под извлечением (взведением) средств воздействия на реактивность понимается такое изменение их положения (состояния), которое приводит к увеличению реактивности.

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

**16. Нормальная эксплуатация** - эксплуатация ИР в определенных проектом эксплуатационных пределах и условиях.

**17. Обращение с ядерным топливом на ИР** - деятельность, связанная с перегрузкой, транспортированием, хранением и другими операциями с ядерным топливом, которая может быть причиной аварии на ИР.

**18. Отчет по обоснованию безопасности ИР (ООБ ИР)** - документ, содержащий необходимую информацию и обоснования и подтверждающий, что на всех планируемых этапах жизненного цикла ИР соответствующими проектными решениями может быть обеспечена его безопасность.

**19. Последствия аварии на ИР** - радиационная обстановка, возникшая в результате аварии.

**20. Постоянное хранилище ядерного топлива ИР** - специально оборудованное место хранения ядерного топлива в виде отдельного (изолированного) помещения ИР.

**21. Предаварийная ситуация на ИР** - состояние ИР, характеризующееся нарушением пределов и (или) условий безопасной эксплуатации, не перешедшее в аварию.

**22. Пределы безопасной эксплуатации ИР** - установленные проектом значения параметров технологического процесса, отклонения от которых могут привести к аварии.

**23. Принцип единичного отказа** - принцип, в соответствии с которым система должна выполнять заданные функции при любом требующем ее работы исходном событии и при независимом от исходного события отказе одного любого из активных элементов или пассивных элементов, имеющих механические движущиеся части.

**24. Проектная авария на ИР** - авария, для которой проектом определены исходные события, пути протекания, конечные состояния и радиационные последствия.

**25. Проектные пределы** - значения параметров и характеристик состояния систем (элементов) и ИР в целом, установленные в проекте для нормальной эксплуатации, предаварийных ситуаций и аварий.

**26. Рабочий орган (РО) СУЗ** - элемент, движением или изменением состояния которого в активной зоне или отражателе ИР обеспечивается изменение реактивности.

По функциональному назначению РО СУЗ подразделяются на РО аварийной защиты (РО АЗ), регулирования (РО РР, РО АР) и компенсации (КО).

**27. Регулятор СУЗ** - устройство СУЗ, предназначенное для автоматического (АР) или ручного (РР) управления реактивностью ИР.

**28. Системы (элементы), важные для безопасности** - системы и элементы безопасности, а также системы (элементы) нормальной эксплуатации, отказы которых нарушают нормальную эксплуатацию ИР или препятствуют устранению отклонений от нормальной эксплуатации и могут приводить к проектным и запроектным авариям.

**29. Система управления и защиты (СУЗ)** - совокупность важных для безопасности устройств, предназначенных для контроля интенсивности ядерной цепной реакции (мощности) в активной зоне ИР, управления и аварийного прекращения ее.

**30. Условия безопасной эксплуатации** - установленные проектом условия по минимальному количеству, характеристикам, состоянию работоспособности и условиям технического обслуживания систем (элементов), важных для безопасности, при которых обеспечивается соблюдение пределов безопасной эксплуатации и (или) критериев безопасности.

**31. Экспериментальное устройство ИР** - устройство, приспособление, предназначенное для проведения экспериментальных исследований и воздействующее на нейтронный поток и (или) реактивность ИР.

**32. Эксплуатационные пределы** - значения параметров и характеристик состояния систем (элементов) и ИР в целом, заданных проектом для нормальной эксплуатации.

**33. Эксплуатация ИР** - вся деятельность, направленная на достижение безопасным образом цели, для которой сооружался ИР, включая пуски, остановки, наборы критмассы, работу с заданной мощностью, проведение экспериментов, техническое обслуживание,

ремонт и другие операции, которые могут оказать влияние на безопасность.

**34. Эксплуатирующая организация ИР** - организация (юридическое лицо), созданная в соответствии с законодательством Российской Федерации и признанная соответствующим органом управления использованием атомной энергии пригодной эксплуатировать ИР и осуществлять собственными силами или с привлечением других организаций деятельность по размещению, проектированию, сооружению, эксплуатации и выводу из эксплуатации, а также деятельность по обращению с ядерными материалами и радиоактивными веществами на ИР.

Для осуществления этой деятельности эксплуатирующая организация должна иметь лицензии Госатомнадзора России.

**35. Ядерная авария на ИР** - авария на ИР, вызванная:

- нарушением контроля и управления ядерной цепной реакцией в активной зоне;
- образованием критической массы при перегрузке и обращении с ядерным топливом;
- нарушением теплоотвода от твэлов.

**36. Ядерно-опасные работы на ИР** - работы, которые могут привести к аварии.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1.** Правила ядерной безопасности исследовательских реакторов (ПБЯ ИР-98) (далее -Правила) устанавливают требования к обеспечению ядерной безопасности ИР, относящиеся к проектным решениям, сооружению, эксплуатации, проведению экспериментов.

**1.2.** Настоящие Правила распространяются на все действующие, сооружаемые и проектируемые в Российской Федерации ИР независимо от их принадлежности и типа. Настоящие Правила не распространяются на импульсные ИР.

**1.3.** Настоящие Правила разработаны на основании опыта проектирования, конструирования, сооружения и эксплуатации ИР. Они конкретизируют требования Общих положений обеспечения безопасности исследовательских реакторов (ОПБ ИР-94).

**1.4.** Эксплуатирующая организация ИР должна обеспечивать физическую защиту ИР, а также учет, контроль и физическую защиту ядерных материалов и радиоактивных веществ.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ИР

### 2.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

**2.1.1.** Основными функциями безопасности ИР являются:

- недопущение нарушения контроля и управления ядерной цепной реакцией в активной зоне ИР, предотвращение образования критической массы (критмассы) при перегрузке и обращении с ядерным топливом;
- предотвращение нарушения теплоотвода от твэлов при работе на мощности и отвода остаточных тепловыделений в реакторе и хранилищах ядерного топлива;
- недопущение повреждений физических барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ.

**2.1.2.** Техническими и организационными мерами в любых условиях:

- должен предотвращаться разгон реактора на мгновенных нейтронах;
- должна обеспечиваться возможность быстрого и надежного перевода реактора в подкритическое состояние;
- должен исключаться самопроизвольный выход активной зоны в критическое состояние после прекращения работы реактора на мощности.

**2.1.3.** Эксплуатирующая организация должна обеспечить разработку проекта ИР в соответствии с действующим порядком, а также ООБ ИР согласно требованиям Госатомнадзора России к его содержанию.

**2.1.4.** Проектная и эксплуатационная документация ИР должна отражать конкретные мероприятия по реализации стратегии глубоководной защиты, предусматривающей применение системы физических барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду, системы технических и организационных мер по защите барьеров и сохранению их эффективности.

**2.1.5.** В проекте ИР и в ООБ ИР должны быть определены, описаны и обоснованы физические барьеры.

**2.1.6.** При нормальной эксплуатации физические барьеры должны быть работоспособны, должны быть обеспечены меры по их защите.

**2.1.7.** Проектом ИР должны быть предусмотрены технические средства и организационные меры по предотвращению нарушения пределов и условий безопасной эксплуатации.

**2.1.8.** ИР наряду с системами и элементами нормальной эксплуатации должен оснащаться системами безопасности, реализованными на принципах независимости, разнообразия, резервирования и подразделяемыми на защитные, управляющие, обеспечивающие и локализирующие.

**2.1.9.** В состав ИР может входить СУЗ, реализующая управляющие и защитные функции:

- контроль плотности нейтронного потока и скорости ее изменения;
- управление и регулирования реактивности и плотности нейтронного потока (мощности) ИР;
- перевод ИР в подкритическое состояние и поддержания его в этом состоянии.

**2.1.10.** Конструкция ИР, включая его системы, устройства, узлы и составляющие их элементы, должна быть проанализирована с целью выявления их возможных отказов или неправильного функционирования. Должны быть выявлены обусловленные отказами или неправильным функционированием нарушения пределов и (или) условий безопасной эксплуатации.

Должны быть выделены наиболее вероятные и опасные отказы. Системы, устройства и узлы, наиболее важные для безопасности,

должны обеспечиваться средствами контроля и при необходимости резервироваться.

**2.1.11.** Проект ИР и ООБ ИР должны содержать полный обоснованный перечень исходных событий проектных аварий и перечень запроектных аварий; должны быть проанализированы пути их развития и определены радиационные последствия проектных аварий, а также запроектных аварий.

**2.1.12.** В проекте ИР и ООБ ИР должны быть приведены перечни расчетных программ, используемых для обоснования безопасности, и указаны области их применения. Программы должны быть аттестованы.

**2.1.13.** На стадии обоснования безопасности планируемых изменений в ИР эксплуатирующая организация должна выполнить:

·анализ, имеющий целью выявить исходные события, дополнительные по отношению к рассмотренным ранее в ООБ ИР (см. п. 2.1.11 настоящих Правил) и обусловленные намечаемыми изменениями ИР;

·анализ безопасности с определением радиационных последствий аварий, относящихся к новому перечню исходных событий на ИР, на котором планируются изменения, а также убедиться, что ранее рассмотренные проектные аварии не приводят к более тяжелым радиационным последствиям.

**2.1.14.** Проектирование, строительство, эксплуатация ИР, а также конструирование и изготовление элементов ИР должны осуществляться с соблюдением требований действующих нормативных документов, распространенных на ИР.

**2.1.15.** В проекте ИР должны быть приведены перечни ядерно-опасных работ и меры безопасности при их проведении.

**2.1.16.** При проектировании ИР должны быть обоснованы предельные сроки службы основного оборудования и определены критерии его замены.

**2.1.17.** Системы, устройства и узлы ИР, важные для безопасности, должны подвергаться контролю и испытаниям в процессе изготовления, монтажа и наладки, а при эксплуатации - проверке на соответствие проектно-конструкторским характеристикам.

В проектных материалах должны предусматриваться программы, методики и устройства для этих проверок и должна указываться их периодичность.

**2.1.18.** В составе ИР должно быть предусмотрено постоянное и (или) временное хранилище ядерного топлива.

**2.1.19.** Должен быть предусмотрен непрерывный контроль радиоактивности теплоносителя первого контура и экспериментальных петель, радиоактивных выбросов и сбросов в местах их организованного выхода, а также непрерывный контроль за радиационной обстановкой в обслуживаемых помещениях, периодический контроль в необслуживаемых помещениях и на окружающей местности, обеспечивающие необходимый объем информации при нормальной эксплуатации, проектных и запроектных авариях.

## **2.2. КОНСТРУКЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ АКТИВНОЙ ЗОНЫ**

**2.2.1.** При проектировании ИР следует стремиться к тому, чтобы мощностной коэффициент реактивности не был положительным при любых режимах работы. Если мощностной коэффициент реактивности в каких-либо эксплуатационных условиях положителен, в проекте ИР и ООБ ИР должна быть обеспечена и доказана ядерная безопасность при работе ИР в стационарных, переходных режимах и предаварийных ситуациях.

**2.2.2.** Характеристики ядерного топлива, расположение твэлов, тепловыделяющих сборок (ТВС), РО СУЗ и других устройств, влияющих на реактивность, должны исключать возникновение локального энерговыделения, приводящего к повреждению твэлов сверх проектных пределов.

**2.2.3.** Включение (выключение) циркуляции теплоносителя по первому контуру и (или) системы аварийного охлаждения активной зоны ИР, находящейся в подкритическом состоянии, не должно выводить ее из подкритического состояния при любом проектном исходном событии с учетом несрабатывания одного наиболее эффективного РО СУЗ (группы РО СУЗ).

**2.2.4.** Должно быть обеспечено и в ООБ ИР обосновано, что при проектных авариях, связанных с увеличением реактивности, не происходит формоизменение и повреждение твэлов сверх установленных в проекте пределов.

**2.2.5.** Характеристики ядерного топлива, конструкция ИР и оборудование первого контура совместно с другими системами ИР должны исключать возможность образования критических масс при разрушении активной зоны или расплавлении ядерного топлива.

**2.2.6.** Конструкция активной зоны должна быть такой, чтобы при нормальной эксплуатации, предаварийных ситуациях и проектных авариях не превышались проектные пределы повреждения твэлов с учетом:

- проектного количества режимов и их проектного протекания;
- тепловой, механической и радиационной деформации компонентов активной зоны;
- предельных значений теплотехнических параметров;
- вибрации и термоциклирования, усталости и старения материалов;
- влияния продуктов деления и примесей в теплоносителе на коррозию оболочек твэлов;
- воздействия радиационных и других факторов, ухудшающих механические характеристики материалов активной зоны и целостность оболочек твэлов.

**2.2.7.** В проекте ИР должен быть выполнен анализ теплотехнической надежности активной зоны с обоснованием достаточности запасов до пределов безопасной эксплуатации по повреждениям твэлов.

**2.2.8.** Характеристики активной зоны и средств воздействия на реактивность должны быть такими, чтобы введение этих средств в активную зону и (или) отражатель при любой комбинации их расположения исключало увеличение реактивности на любом участке их движения.

**2.2.9.** Конструкция ТВС должна исключать при нормальной эксплуатации, предаварийных ситуациях и проектных авариях непредусмотренные перемещения, деформации элементов активной зоны и отражателя, формоизменение твэлов и других элементов ТВС, вызывающие увеличение реактивности или уменьшение площади проходного сечения ТВС, ухудшение условий теплоотвода, приводящие к повреждению твэлов сверх соответствующих проектных пределов или препятствующих нормальному функционированию РО СУЗ.

**2.2.10.** Активная зона и РО СУЗ должны быть спроектированы таким образом, чтобы исключались заклинивание, выброс РО СУЗ или их непреднамеренное расцепление с ИМ СУЗ при любых проектных режимах и авариях.

**2.2.11.** В проекте ИР и ООБ ИР должна быть предусмотрена и обоснована возможность выгрузки активной зоны и ее компонентов после проектной аварии.

**2.2.12.** ТВС должна иметь отличительную маркировку, характеризующую обогащение ядерного топлива в твэлах, которая должна быть отчетливо видна невооруженным глазом и (или) с применением устройств, используемых при перегрузке.

Твэлы различного обогащения, специальные выгорающие поглотители нейтронов, твэлы с выгорающим поглотителем нейтронов в ядерном топливе, твэлы со смешанным ядерным топливом и т.п. должны иметь отличительные знаки, которые должны различаться визуально или при помощи промышленных средств контроля, используемых в процессе сборки ТВС и на протяжении всего срока эксплуатации и последующего длительного хранения.

### **2.3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА**

**2.3.1.** Назначение, количество и расположение в ИР экспериментальных устройств (образцы, ампулы, петлевые каналы и т.п.) должны быть обоснованы в проекте ИР и ООБ ИР.

**2.3.2.** Экспериментальные устройства должны проектироваться, изготавливаться и устанавливаться в ИР с соблюдением требований Общих положений обеспечения безопасности исследовательских реакторов (ОПБ ИР-94) и иметь утвержденную в установленном порядке техническую документацию, включая расчетную, и в необходимых случаях экспериментальную оценку воздействия указанных устройств на безопасность ИР при нормальной эксплуатации, предаварийных ситуациях и проектных авариях.

**2.3.3.** На экспериментальные устройства, отказ которых может служить исходным событием аварии, распространяются требования, предъявляемые к системам, важным для безопасности.

**2.3.4.** Установка в ИР экспериментального устройства не должна приводить к нарушению проектных пределов.

**2.3.5.** При разработке экспериментальных устройств и их загрузке в активную зону или отражатель необходимо учитывать изменения в распределении энерговыделения по объему активной зоны.

**2.3.6.** Конструкция экспериментальных устройств должна исключать возможность непредусмотренного изменения реактивности и перемещения других устройств и компонентов активной зоны ИР при эксплуатации, монтаже и демонтаже экспериментальных устройств.

**2.3.7.** Экспериментальные устройства при необходимости должны быть оснащены детекторами контроля нейтронного потока, теплофизических и других параметров.

**2.3.8.** Основные параметры экспериментальных устройств должны контролироваться в пункте управления ИР, и их сигналы при необходимости должны быть введены в управляющую систему безопасности.

### **2.4. ПЕРВЫЙ КОНТУР**

**2.4.1.** В проекте ИР должны быть определены границы первого контура.

**2.4.2.** Проектом ИР должны быть предусмотрены средства, обеспечивающие:

·защиту от недопустимого повышения давления в первом контуре при предаварийных ситуациях и проектных авариях;

·компенсацию изменений объема теплоносителя, вызванных изменениями температуры;

·обнаружение и компенсацию потерь теплоносителя при течах (максимальный расход течи, который компенсируют эти средства, устанавливается в проекте ИР и обосновывается в ООБ ИР).

**2.4.3.** Проектом ИР должны быть предусмотрены технические средства, предназначенные для защиты первого контура от не предусмотренного регламентом эксплуатации ИР дренирования теплоносителя. Допустимость намеренного дренирования при проведении работ на ИР должна быть обоснована в проекте ИР и ООБ ИР.

**2.4.4.** Конструкция первого контура, компоновка его оборудования и трубопроводов должны обеспечивать развитие естественной циркуляции теплоносителя. При проектном направлении потока теплоносителя через активную зону, противоположном направлению силы гравитации, должно быть доказано обеспечение достаточного охлаждения твэлов во всех переходных режимах и предаварийных ситуациях.

**2.4.5.** В проекте ИР должно быть показано, что элементы и системы первого контура, включая корпус (бак) ИР, надежно работают в течение проектного срока службы с учетом коррозионно-химических, нейтронно-физических, радиационных, тепловых, силовых и других воздействий, возможных при нормальной эксплуатации, предаварийных ситуациях и проектных авариях. Количество и характер воздействий, учитываемых при определении проектного срока службы, должны быть приведены в проекте ИР и обоснованы в ООБ ИР.

**2.4.6.** В проекте ИР должны быть приведены допустимые показатели качества и химического состава теплоносителя, а также требования к средствам их поддержания во время эксплуатации, включая очистку теплоносителя от радиоактивных продуктов деления и коррозии.

### **2.5. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

**2.5.1.** Система контроля и управления ИР (управляющая система нормальной эксплуатации) должна обеспечивать контроль технического состояния и безопасное управление ИР во всех режимах эксплуатации.

**2.5.2.** В проекте ИР должна быть представлена и обоснована методика определения действительного значения мощности реактора, указана допустимая и действительная погрешность его определения, регламентированы требования к классу точности необходимых для этого приборов. Должна быть указана методика установления соответствия нейтронной и тепловой мощности.

**2.5.3.** Каналы контроля плотности нейтронного потока должны быть оттарированы в проектном диапазоне изменения тепловой мощности ИР. В проекте ИР должны быть обоснованы и определены методика и порядок проведения такой тарировки и ее периодичность в процессе эксплуатации ИР.

**2.5.4.** В проекте ИР должны быть представлены и обоснованы состав, структура, основные характеристики, количество, расположение РО и ИМ систем контроля и управления.

**2.5.5.** Должна быть исключена возможность выведения из строя цепей управления и контроля ИР основного и резервного пунктов управления по общей причине при учитываемых исходных событиях, а также исключена техническими средствами возможность управления одновременно с основного и резервного пунктов управления.

**2.5.6.** Техническими мерами должна быть исключена возможность введения положительной реактивности одновременно двумя и более предусмотренными средствами воздействия на реактивность, а также введение положительной реактивности средствами воздействия на реактивность при загрузке и выгрузке ядерного топлива.

**2.5.7.** В проекте ИР должны быть обоснованы и приведены перечни:

- контролируемых параметров и сигналов о состоянии ИР, регулируемых параметров и управляющих сигналов;
- контролируемых параметров, необходимых для работы систем безопасности.

**2.5.8.** Проект ИР должен содержать анализ, доказывающий отсутствие опасных для ИР реакций систем контроля и управления ИР, включая СУЗ, на внешние и внутренние воздействия, на возможные неисправности и отказы (короткие замыкания, потеря качества изоляции, падение напряжения и наведение ЭДС, ложные срабатывания, потери сигналов и т.п.) и на отказы основного оборудования ИР. Обоснование отсутствия указанных опасных реакций должно содержаться в ООБ ИР.

**2.5.9.** В проекте ИР должны быть определены и в ООБ ИР обоснованы условия безопасных испытаний, замены и вывода в ремонт РО СУЗ, ИМ СУЗ и других средств воздействия на реактивность.

**2.5.10.** В проекте ИР и ООБ ИР должны быть приведены и обоснованы перечни блокировок и защит оборудования ИР, а также технические требования к условиям их срабатывания.

**2.5.11.** В системах контроля и управления ИР и в системах безопасности должны быть предусмотрены устройства выдачи следующих сигналов:

- аварийного оповещения (сирена, имеющая отличительный звуковой тембр) - в случаях, предусмотренных проектом ИР;
- аварийных (световых и звуковых) - при достижении параметрами уставок и условий срабатывания АЗ;
- предупредительных (световых и звуковых) - при нарушении нормальной эксплуатации систем и элементов ИР;
- указательных - о наличии напряжения в цепях электропитания, состоянии оборудования и приборов и т.п.

**2.5.12.** Системы контроля должны быть спроектированы таким образом, чтобы имелась возможность идентифицировать исходные события аварий, установить фактические алгоритмы работы систем ИР, важных для безопасности, отклонения от проектных алгоритмов и действия оперативного персонала.

Объем регистрации должен быть обоснован и приведен в проекте ИР и ООБ ИР.

**2.5.13.** В проекте ИР и ООБ ИР должны быть установлены:

- допустимые уровни мощности ИР в зависимости от работоспособности систем контроля и управления ИР (при частичной потере функции);
- условия вывода в ремонт систем контроля и управления ИР.

**2.5.14.** Для регулируемых и контролируемых параметров должны быть обоснованы диапазоны и скорости изменения при нормальной эксплуатации, предаварийных ситуациях и проектных авариях.

**2.5.15.** Управляющая система контроля и управления ИР, включая аппаратуру СУЗ, должна иметь метрологическое обеспечение и проходить периодическую поверку.

**2.5.16.** В системе контроля и управления ИР следует предусмотреть систему информационной поддержки оператора.

**2.5.17.** Должны предусматриваться организационные меры и (или) технические средства, исключающие несанкционированный доступ к системам контроля и управления ИР.

**2.5.18.** Для контроля плотности нейтронного потока ИР должен быть оснащен каналами контроля, которые во всем диапазоне изменения плотности нейтронного потока в активной зоне до 120 % номинального значения должны обеспечить контроль как минимум:

- двумя независимыми каналами контроля плотности нейтронного потока с показывающими приборами;
- двумя независимыми каналами контроля скорости изменения плотности нейтронного потока (периода удвоения мощности) с показывающими приборами.

**2.5.19.** Как минимум один канал контроля плотности нейтронного потока должен быть оснащен записывающим устройством с возможностью подключения к любому каналу контроля плотности нейтронного потока и с обеспечением контроля во всем проектном диапазоне скорости изменения плотности нейтронного потока.

**2.5.20.** В случае разбиения диапазона контроля плотности нейтронного потока на несколько поддиапазонов должно быть предусмотрено перекрытие поддиапазонов не менее чем в пределах одного десятичного порядка.

**2.5.21.** Допустимость объединения измерительных частей каналов контроля уровня плотности нейтронного потока с измерительными частями каналов контроля скорости изменения плотности нейтронного потока должна быть обоснована в проекте ИР и ООБ ИР.

**2.5.22.** Если каналы контроля плотности нейтронного потока, приведенные в п. 2.5.18 настоящих Правил, не обеспечивают контроль плотности нейтронного потока при загрузке (перегрузке) активной зоны, то ИР должен быть оборудован дополнительной системой контроля уровня плотности нейтронного потока. Эта система может быть съемной, устанавливаемой на периоды загрузки и перегрузки активной зоны ИР, и должна включать не менее двух независимых каналов контроля плотности нейтронного потока с показывающими и записывающими приборами.

**2.5.23.** При необходимости для контроля изменения реактивности может быть предусмотрен реактиметр. Методика и погрешность определения реактивности с помощью реактиметра (количество и размещение датчиков, алгоритмы и константы для расчета, погрешности и диапазоны контроля) должны быть обоснованы в проекте ИР и ООБ ИР.

2.5.24. В проекте ИР должны быть установлены и обоснованы характеристики системы автоматического регулирования мощности ИР, которые обеспечивают работу ИР без нарушения эксплуатационных пределов. Возможность работы ИР без системы автоматического регулирования мощности должна быть обоснована в проекте ИР.

2.5.25. В проекте ИР должен быть определен диапазон мощности реактора, в пределах которого регулирование осуществляется автоматическим регулятором, а также точность поддержания мощности.

2.5.26. При работе системы автоматического регулирования должно автоматически исключаться увеличение мощности ИР с периодом менее 20 с.

2.5.27. При включении нескольких каналов контроля на вход системы автоматического регулирования мощности должно быть исключено изменение мощности ИР системой автоматического регулирования при отключении или отказе одного из каналов контроля.

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СИСТЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ

#### 3.1. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ

##### 3.1.1. Общие требования

3.1.1.1. Структура, состав, характеристики и порядок работы СУЗ, а также количество, эффективность, расположение, состав групп, последовательность и скорость перемещения РО СУЗ, количество их приводов должны быть определены и обоснованы в проекте ИР и ООБ ИР.

3.1.1.2. В ООБ ИР должно быть показано, что при непредусмотренном перемещении наиболее эффективных одного РО СУЗ или группы РО СУЗ не происходит нарушений пределов безопасной эксплуатации с учетом срабатывания АЗ без одного наиболее эффективного РО АЗ (группы РО АЗ).

3.1.1.3. Техническими средствами должна быть обеспечена скорость введения положительной реактивности посредством РО (группой РО) СУЗ не более 0,07  $\beta_{эфф}/с$ . Введение отрицательной реактивности по сигналу АЗ должно осуществляться РО СУЗ с максимально возможной скоростью.

3.1.1.4. Для РО СУЗ, имеющих физический "вес" более 0,7  $\beta_{эфф}$ , введение положительной реактивности в режиме ручного управления должно быть шаговым и обеспечиваться техническими средствами. Изменение реактивности на каждом шаге не должно превышать 0,3  $\beta_{эфф}$  и должна быть предусмотрена возможность разрыва цепи питания двигателей ИМ СУЗ с пульта пункта управления ИР.

Примечания:

1. Шаговое перемещение РО СУЗ должно обеспечить чередование увеличения реактивности и автоматическое прекращение увеличения реактивности с последующей паузой. Каждый шаг должен инициироваться оператором.

2. Разрыв цепи питания двигателя не должен влиять на возможность приведения ИР в подкритическое состояние по сигналу АЗ.

3.1.1.5. В проекте ИР и технологическом регламенте эксплуатации ИР должен быть определен и в ООБ ИР обоснован алгоритм безопасного взведения РО АЗ (групп РО АЗ), имеющих суммарный физический "вес", превышающий  $\beta_{эфф}$  (см. п. 3.1.3.5 настоящих Правил).

3.1.1.6. Если при работе с экспериментальным устройством вводится положительная реактивность более 0,3  $\beta_{эфф}$ , техническими средствами должна быть обеспечена скорость введения реактивности не более 0,07  $\beta_{эфф}/с$ . Введение экспериментальным устройством положительной реактивности в этом случае должно осуществляться только при взведенных РО АЗ.

3.1.1.7. Если при работе с экспериментальным устройством вводимая реактивность превышает 0,7  $\beta_{эфф}$ , должно быть обеспечено шаговое (дискретное) увеличение реактивности со значением приращения при шаге, не превышающем 0,3  $\beta_{эфф}$ , и скорости приращения реактивности не более 0,07  $\beta_{эфф}/с$ .

3.1.1.8. Должна быть предусмотрена блокировка, исключающая введение положительной реактивности экспериментальным устройством при появлении аварийного сигнала или предупредительного сигнала, входящих в перечень, который должен быть определен в проекте ИР.

3.1.1.9. СУЗ при увеличениях реактивности, обусловленных отказами (неисправностями), связанными с экспериментальными устройствами, либо незапланированными извлечениями (без превышения проектных скоростей) одновременно работающих РО АР, РО РР или одного самого эффективного РО, должна предотвратить увеличение мощности активной зоны, которое могло бы привести к превышению пределов безопасной эксплуатации ИР или к повреждению экспериментальных устройств.

3.1.1.10. При совмещении средствами воздействия на реактивность функций нормальной эксплуатации и АЗ должен быть разработан и обоснован порядок их функционирования. При этом должна быть обеспечена приоритетность функции АЗ.

3.1.1.11. Проект ИР должен содержать количественный анализ надежности СУЗ.

##### 3.1.2. Управляющие системы безопасности

3.1.2.1. Управляющие системы безопасности должны выполнять функции безопасности (см. п. 2.1.1 настоящих Правил) при возникновении условий, предусмотренных проектом ИР, автоматически.

3.1.2.2. Должна быть предусмотрена возможность остановки ИР, приведения в действие систем безопасности и осуществления контроля параметров ИР из помещения резервного пункта управления в случае невозможности осуществления такого контроля из помещения основного пункта управления.

Необходимый объем контроля обосновывается в проекте ИР.

3.1.2.3. Должно быть исключено введение положительной реактивности средствами воздействия на реактивность, предусмотренными проектом ИР, если РО АЗ не взведены. Расположение РО АЗ и порядок их извлечения определяются в проекте ИР.

3.1.2.4. Управляющая часть СУЗ должна исключать взвод РО АЗ, если рабочие органы АР, РР, КО не находятся на нижних

концевиках.

3.1.2.5. Взвод РО АЗ должен быть исключен при наличии аварийных сигналов.

3.1.2.6. Должно быть исключено введение положительной реактивности средствами воздействия на реактивность при появлении предупредительных сигналов, перечень которых определяется в проекте ИР.

3.1.2.7. Управляющая система АЗ должна быть спроектирована таким образом, чтобы во всем диапазоне изменения плотности нейтронного потока в активной зоне до 120 % номинального значения обеспечивалась защита:

· по уровню плотности нейтронного потока - не менее чем двумя независимыми между собой каналами, начиная с уровня, не превышающего 1 % номинального значения (обосновывается в проекте ИР);

· по скорости нарастания плотности нейтронного потока - не менее чем двумя независимыми каналами, начиная с уровня не выше  $10^{-3}$  % номинального. АЗ должна срабатывать по аварийному сигналу от любого из двух каналов АЗ.

3.1.2.8. При появлении аварийного сигнала, требующего срабатывания АЗ, РО АЗ должны приводиться в действие из любых промежуточных положений. При этом отрицательная реактивность должна вводиться и другими РО СУЗ (в дополнение к РО АЗ). Если по аварийному сигналу отрицательная реактивность вводится не всеми РО СУЗ, то в проекте ИР и ООБ ИР должна быть доказана безопасность ИР.

3.1.2.9. При выводе из работы одного канала АЗ должен автоматически формироваться аварийный сигнал от этого канала.

3.1.2.10. АЗ должна быть спроектирована таким образом, чтобы техническими средствами исключалась возможность не предусмотренного технологическим регламентом эксплуатации ИР воздействия на элементы ввода в работу и вывода из работы каналов АЗ.

3.1.2.11. Допустимость и условия вывода из работы одного канала АЗ, если их число более двух, должны быть обоснованы в проекте ИР и ООБ ИР (продолжительность, допустимое значение мощности ИР и т.п.).

3.1.2.12. Появление аварийных и предупредительных сигналов от экспериментальных устройств в управляющую систему безопасности не должно влиять на приоритетную способность АЗ выполнять защитную функцию.

3.1.2.13. Если количество каналов АЗ более двух, то допускается срабатывание АЗ при совпадении сигналов от любых двух каналов, приведенных в п. 3.1.2.7 настоящих Правил.

3.1.2.14. В случае разбиения диапазона измерений плотности нейтронного потока в каналах АЗ на несколько поддиапазонов должно быть предусмотрено перекрытие поддиапазонов не менее чем в пределах одного десятичного порядка в единицах плотности нейтронного потока. Количество каналов АЗ в любом диапазоне работы каналов должно соответствовать требованиям п. 3.1.2.7 настоящих Правил.

3.1.2.15. При объединении измерительных частей каналов АЗ, контроля и управления должно быть обеспечено, чтобы повреждение или вывод из работы устройств контроля и управления не влияли на способность канала выполнять функцию АЗ. Допустимость такого объединения должна быть обоснована в проекте ИР и ООБ ИР.

3.1.2.16. Должна быть предусмотрена возможность проверки формирования и времени прохождения аварийных сигналов по каждому из каналов АЗ.

3.1.2.17. АЗ ИР должна автоматически срабатывать в следующих случаях:

· при достижении уставки АЗ по значению плотности нейтронного потока;

· при достижении уставки АЗ по скорости нарастания плотности нейтронного потока (или реактивности);

· при исчезновении напряжения на шинах электропитания СУЗ;

· при неисправности или неработоспособном состоянии любого канала АЗ, контролирующего значение или скорость нарастания плотности нейтронного потока (при двух работающих каналах по каждой указанной функции контроля);

· при достижении уставок АЗ по технологическим параметрам (температуре теплоносителя, давлению и др.);

· при нажатии кнопок АЗ.

3.1.2.18. Перечень параметров, от которых должны формироваться аварийные сигналы, уставки и условия срабатывания АЗ, а также интервал времени от формирования аварийного сигнала до полного ввода РО АЗ должны быть обоснованы в проекте ИР и ООБ ИР. Выбранные уставки и условия срабатывания АЗ должны предотвращать нарушение пределов безопасной эксплуатации.

3.1.2.19. Аварийная уставка по периоду нарастания плотности нейтронного потока (мощности) должна быть не менее 10 с, предупредительная - не менее 20 с.

3.1.2.20. Управляющая система АЗ должна обеспечивать защитную функцию не менее чем двумя независимыми каналами по каждому технологическому параметру, по которому необходимо осуществлять АЗ, во всем проектном диапазоне изменения технологических параметров ИР.

3.1.2.21. Управляющая часть СУЗ должна исключать возможность одновременного перемещения более одного датчика каналов контроля и АЗ, а также одновременного перемещения любого из датчиков каналов контроля и АЗ и РО СУЗ.

3.1.2.22. Выход из строя канала контроля уровня и (или) скорости изменения плотности нейтронного потока должен сопровождаться сигнализацией оператору и регистрацией отказа. При этом должен формироваться предупредительный сигнал об отказе такого канала.

3.1.2.23. В системе АЗ должен быть предусмотрен автоматический контроль исправности каналов АЗ. При этом должна выводиться информация о неисправности канала или отказе в подсистеме формирования аварийного сигнала.

3.1.2.24. Выход из строя в канале АЗ элементов отображения, регистрации, информации и диагностики не должен влиять на выполнение этим каналом своих защитных функций.

### 3.1.3. Защитные системы безопасности

3.1.3.1. АЗ должна выполнить защитную функцию независимо от наличия или отсутствия источника энергии.

3.1.3.2. АЗ должна иметь не менее двух независимых РО АЗ (групп РО АЗ) со своим приводом.

3.1.3.3. В ООБ ИР должно быть показано, что РО АЗ без одного наиболее эффективного органа обладают:

·быстродействием, достаточным для перевода активной зоны ИР в подкритическое состояние без нарушения пределов безопасной эксплуатации при предаварийных состояниях;

·эффективностью, достаточной для перевода активной зоны ИР в подкритическое состояние и поддержания ее в подкритическом состоянии при предаварийных состояниях и проектных авариях.

3.1.3.4. АЗ должна быть спроектирована таким образом, чтобы начавшееся защитное действие было выполнено полностью с учетом требований, приведенных в п. 3.1.3.3 настоящих Правил, и обеспечивался контроль выполнения функции АЗ.

3.1.3.5. Поглощающая способность (физический "вес") РО АЗ, имеющего индивидуальный привод, должна быть меньше 1  $\beta_{эфф}$ . Поглощающая способность всех РО АЗ должна быть больше, чем суммарная высвобождаемая реактивность, обусловленная мощностным и температурными эффектами, проявляющимися после остановки ИР.

3.1.3.6. В случае если физический "вес" АЗ недостаточен для длительного поддержания активной зоны в подкритическом состоянии, должно быть предусмотрено подключение другой (других) системы (систем) остановки ИР, обладающей (обладающих) поглощающей нейтроны способностью, достаточной для поддержания активной зоны в подкритическом состоянии с учетом возможного высвобождения реактивности.

3.1.3.7. РО АЗ перед пуском ИР должны быть взведены.

3.1.3.8. Подкритичность активной зоны ИР в любой момент кампании после взвода РО АЗ с введенными в активную зону остальными РО СУЗ должна быть не менее 0,01 относительных единиц в состоянии активной зоны с максимальным эффективным коэффициентом размножения, с учетом реактивности, вносимой экспериментальными устройствами.

3.1.3.9. Все механические РО СУЗ должны иметь указатели промежуточных положений, сигнализаторы конечных положений и конечные выключатели, срабатывающие по возможности непосредственно от РО. Для РО АЗ указатели промежуточного положения не обязательны.

3.1.3.10. В проекте ИР и ООБ ИР должно быть показано, что в процессе физического пуска обеспечен контроль плотности нейтронного потока и надежно реализуется функция АЗ при всех испытаниях и режимах, требующих срабатывания АЗ при соответствующих параметрах.

При необходимости может быть использована дополнительная штатная аппаратура СУЗ. Объем контроля и обеспечение функции АЗ при физическом пуске ИР обосновываются в проекте ИР и ООБ ИР.

3.1.3.11. В проекте ИР должна быть предусмотрена система аварийного охлаждения активной зоны, способная предотвратить повреждение твэлов, превышающее установленные пределы при отказах в системе нормального теплоотвода.

Отсутствие указанной системы должно быть обосновано.

## 3.2. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЕСПЕЧИВАЮЩИМ СИСТЕМАМ

3.2.1. ИР должен иметь обеспечивающие системы безопасности.

3.2.2. Функция обеспечения безопасности ИР должна иметь приоритет перед функциями защиты элементов обеспечивающей системы безопасности.

3.2.3. При потере источников электропитания резервные (аварийные) источники должны обеспечить работу не менее двух каналов контроля уровня плотности нейтронного потока и указателей положения РО СУЗ и при необходимости должен быть обеспечен контроль расхолаживания активной зоны ИР.

3.2.4. Электроприемники ИР, как правило, должны относиться к первой категории надежности электроснабжения, а СУЗ - к особой группе электроприемников в соответствии с Правилами устройства электроустановок. Отнесение электроприемников ИР к той или иной категории надежности электроснабжения и выбор автономных источников питания должны быть обоснованы.

## 4. ВВОД ИР В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

### 4.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.1.1. Должна быть выполнена приемка к эксплуатации всего комплекса ИР, проверка завершенности сооружения, наладки и комплексного опробования всех систем ИР, должен быть соблюден порядок ввода ИР в эксплуатацию и выполнена проверка готовности его к безопасной эксплуатации.

### 4.2. ФИЗИЧЕСКИЙ ПУСК

4.2.1. К началу физического пуска должны быть оформлены акты готовности и опробования на следующее оборудование и системы:

·корпус (бак) ИР без ядерного топлива;

·система контура охлаждения реактора (первого контура);

·системы контроля и управления;

·системы безопасности (СУЗ, система аварийного охлаждения реактора);

·пусковой нейтронный источник;

·временная пусковая аппаратура (если она необходима), сигналы АЗ которой должны быть заведены в проектную АЗ;

- устройства для транспортирования, загрузки и выгрузки свежего и отработавшего ядерного топлива;
- хранилища свежего и отработавшего ядерного топлива;
- система и оборудование для обращения с радиоактивными отходами;
- система дозиметрического и радиационного контроля;
- система электроснабжения, включая резервное электроснабжение;
- система аварийного оповещения;
- система пожаротушения;
- санпропускник;
- системы спецвентиляции и газоочистки;
- телефонная и громкоговорящая связь;
- другие технологические системы в объеме, необходимом для физического пуска. Перечень систем и оборудования, необходимых для физического пуска, должен быть определен и обоснован в проекте ИР и ООБ ИР.

4.2.2. Физический пуск ИР должен проводиться в соответствии с программой физического пуска, утвержденной эксплуатирующей организацией, и методиками.

4.2.3. В период физического пуска ИР допускается блокировка аварийных сигналов АЗ от технологических систем, которые при проведении физического пуска не используются.

4.2.4. Для проведения физического пуска должна быть подготовлена следующая документация:

4.2.4.1. Технологический регламент.

4.2.4.2. Программа физического пуска.

В программе физического пуска ИР должен быть определен порядок проведения загрузки ИР ядерным топливом и выхода в критическое состояние, должно быть дано описание экспериментов и порядок их проведения. В объеме экспериментов должно войти получение экспериментальных данных о нейтронно-физических характеристиках активной зоны, об эффектах реактивности и характеристиках РО СУЗ, о влиянии экспериментальных устройств на реактивность ИР и т.п.

Программа физического пуска должна содержать меры по обеспечению ядерной безопасности.

4.2.4.3. Перечень систем и оборудования, необходимых для проведения физического пуска ИР. Перечень может являться составной частью программы физического пуска ИР.

4.2.4.4. Методики проведения экспериментов в процессе физического пуска.

4.2.4.5. Инструкция по эксплуатации ИР.

4.2.4.6. Инструкции по эксплуатации систем и оборудования, необходимых для физического пуска ИР.

В инструкциях должны содержаться правила и основные приемы безопасной эксплуатации систем и оборудования, необходимых для физического пуска ИР.

4.2.4.7. План мероприятий по защите работников (персонала) и населения от радиационной аварии и ее последствий.

4.2.4.8. Инструкция по обеспечению ядерной безопасности при проведении физического пуска ИР.

Инструкция должна содержать: меры по обеспечению ядерной безопасности, краткое описание СУЗ (включая временную пусковую аппаратуру, если она используется); характеристики каналов контроля плотности нейтронного потока, скорости изменения плотности нейтронного потока, характеристики каналов АЗ; ожидаемые значения критических загрузок и эффективностей РО СУЗ; оценку влияния на реактивность загружаемых ТВС, экспериментальных устройств и теплоносителя; скорости ввода положительной реактивности при перемещении РО СУЗ и т.д.

4.2.4.9. Инструкция по обеспечению ядерной безопасности при транспортировании, перегрузке и хранении свежего и отработавшего ядерного топлива.

4.2.4.10. Техническая документация ИР и экспериментальных устройств, включающая описание оборудования и систем, важных для безопасности.

4.2.4.11. Оперативная документация (оперативные журналы, журналы картограмм загрузки активной зоны и т.д.).

4.2.4.12. Акты готовности систем и оборудования в соответствии с п. 4.2.1 настоящих Правил и протоколы испытаний.

4.2.4.13. Акт завершения пусконаладочных работ.

4.2.4.14. Акт рабочей комиссии по приемке в эксплуатацию помещений и оборудования ИР.

4.2.4.15. Санитарный (радиационно-гигиенический) паспорт.

4.2.4.16. Приказ руководителя эксплуатирующей организации о назначении руководителя физического пуска, его заместителя и группы физического пуска.

4.2.4.17. Программы подготовки и протоколы сдачи экзаменов сменным персоналом и дежурными (контролирующими) физиками.

4.2.4.18. Приказ руководителя эксплуатирующей организации о допуске к работе сменного персонала и дежурных (контролирующих) физиков, сдавших соответствующие экзамены.

4.2.4.19. Должностные инструкции сменного персонала ИР и положения о руководителе физического пуска, его заместителе и дежурном (контролирующем) физике, утвержденные руководителем эксплуатирующей организации.

4.2.5. Проверка готовности ИР к проведению физического пуска производится:

- рабочей комиссией по приемке в эксплуатацию помещений и оборудования ИР, назначаемой приказом руководителя эксплуатирующей организации;

- комиссией по ядерной безопасности эксплуатирующей организации.

4.2.6. Рабочая комиссия по приемке в эксплуатацию помещений и оборудования ИР после соответствующей проверки оформляет акт готовности систем и оборудования ИР к проведению физического пуска, который утверждается руководителем эксплуатирующей организации и является основанием для получения санитарного (радиационно-гигиенического) паспорта.

4.2.7. Результаты работы комиссии по ядерной безопасности оформляются актом, который утверждается руководством эксплуатирующей организации.

4.2.8. Руководитель эксплуатирующей организации на основании документов, приведенных в пп. 4.2.1, 4.2.6, 4.2.7 настоящих Правил, и при наличии санитарного (радиационно-гигиенического) паспорта издает приказ (указание) о проведении физического пуска ИР.

4.2.9. Руководство физическим пуском осуществляет руководитель физического пуска или его заместитель.

4.2.10. Проведение работ по выполнению программ экспериментов в соответствии с заданием осуществляет начальник смены и сменный персонал; дежурный (контролирующий) физик контролирует обеспечение ядерной безопасности проводимых работ.

4.2.11. Все распоряжения начальника смены, операции, выполняемые работниками (персоналом), а также проводимые эксперименты и их результаты должны фиксироваться в журнале распоряжений и оперативном журнале.

4.2.12. Результаты физического пуска оформляются специальным актом и отчетом.

### 4.3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПУСК

4.3.1. К началу проведения энергетического пуска должны быть приняты в эксплуатацию все системы, устройства, сооружения и установки в соответствии с проектом, необходимые для эксплуатации ИР, и подготовлена вся документация, приведенная в п. 5.19 настоящих Правил.

4.3.2. Энергетический пуск ИР должен проводиться в соответствии с программой энергетического пуска, откорректированной (при необходимости) по результатам физического пуска.

Программа энергетического пуска разрабатывается эксплуатирующей организацией.

Меры по обеспечению ядерной безопасности при проведении энергетического пуска ИР должны быть изложены в инструкции по эксплуатации ИР и (или) в программе энергетического пуска.

4.3.3. В программе энергетического пуска должен быть определен порядок его проведения и должно содержаться описание проводимых экспериментов.

Программа энергетического пуска должна предусматривать получение экспериментальных данных, приведенных в п. 4.2.4.2 настоящих Правил, а также зависимостей их от мощности и температуры.

Для выполнения программы энергетического пуска должны быть составлены методики проведения экспериментов и частные программы проведения испытаний при энергетическом пуске.

Частные программы испытаний при проведении энергетического пуска должны содержать:

- описание исходного состояния и условий проведения испытания;
- конкретные цели испытания и его ожидаемые результаты;
- описание регламента и режимов испытаний;
- процедуры и методы обеспечения безопасности, которые должны соблюдаться во время проведения испытаний;
- формы протоколирования и регистрации результатов;
- критерии оценки приемлемости результатов испытаний;
- формы для протоколирования возможных неполадок, замечаний, корректирующих мер.

4.3.4. Проверка готовности систем и оборудования ИР к энергетическому пуску и к дальнейшей эксплуатации проводится комиссией, назначаемой органом управления использованием атомной энергии.

4.3.5. С учетом акта комиссии о готовности ИР к энергетическому пуску принимается решение о проведении энергетического пуска ИР, которое оформляется приказом руководителя эксплуатирующей организации.

4.3.6. Результаты энергетического пуска оформляются актом и отчетом с рекомендациями по эксплуатации ИР.

### 5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ИР

5.1. ООБ ИР, технологический регламент эксплуатации ИР, инструкция по эксплуатации ИР и другая техническая документация при необходимости должны быть откорректированы по результатам физического и энергетического пусков.

5.2. Внесение изменений в конструкцию систем и элементов ИР должно проводиться в соответствии с требованиями ОПБ ИР-94 и нормативных документов Госатомнадзора России.

5.3. Руководство ИР на основе проектных материалов должно организовать разработку и выпуск для систем, важных для

безопасности:

- графиков проведения планово-предупредительных и капитальных ремонтов систем, оборудования, элементов;
- графиков проведения испытаний и проверок функционирования систем безопасности ИР;
- инструкций по выполнению указанных работ, составленных с учетом требований технологического регламента и проектной документации.

Проведение периодических проверок и испытаний оборудования должно планироваться, обеспечиваться методически и осуществляться при приоритетном обеспечении безопасности ИР.

5.4. Исследовательские работы на ИР и его экспериментальных устройствах должны проводиться по утвержденным эксплуатирующей организацией программам. Программа должна содержать порядок проведения исследований и меры по обеспечению безопасности.

5.5. Испытания на ИР, не предусмотренные технологическим регламентом ИР, инструкцией по эксплуатации ИР и инструкциями по эксплуатации систем и оборудования ИР, должны проводиться по программам и методикам, содержащим обоснование и меры по обеспечению безопасности при этих испытаниях, утвержденным руководством эксплуатирующей организации, и при наличии разрешения Госатомнадзора России, полученного в установленном порядке.

5.6. В любой момент кампании должны быть известны загрузка активной зоны, запас реактивности активной зоны и эффективность рабочих органов СУЗ.

5.7. Контроль остановленного ИР с ядерным топливом в активной зоне при проведении работ на ИР, способных привести к изменению реактивности, должен проводиться постоянно в течение всей смены каналами, приведенными в п. 2.5.18 и п. 2.5.22 настоящих Правил.

5.8. В случае нарушения проектных пределов сменный персонал должен выполнить действия в последовательности, установленной технологическим регламентом и инструкцией по эксплуатации систем и оборудования ИР и направленной на устранение нарушения.

В случае невозможности восстановления нормальной эксплуатации ИР должен быть остановлен.

5.9. В случае выявления в процессе эксплуатации ИР опасных реакций он должен быть остановлен, установлены причины аномалий и приняты технические меры по их исключению. В установленном порядке должны быть выполнены соответствующие изменения проекта ИР и ООБ ИР.

5.10. В случае возникновения на ИР предаварийной ситуации должны быть выяснены и устранены вызвавшие ее причины и приняты меры для восстановления нормальной эксплуатации. Эксплуатация ИР может быть продолжена только после выяснения и устранения причин возникновения предаварийной ситуации по письменному распоряжению главного инженера ИР.

5.11. Работы по выводу систем, важных для безопасности, и оборудования, влияющего на реактивность активной зоны, в ремонт или ввод их в эксплуатацию после ремонта, а также являющиеся ядерно-опасными перегрузочные работы должны проводиться на остановленном ИР с соблюдением инструкции по эксплуатации ИР и требований к обеспечению ядерной безопасности и контролю за состоянием ИР.

Не допускается проведение более одной перегрузочной операции одновременно.

5.12. Допускается длительная остановка ИР без выгрузки ядерного топлива из активной зоны при выполнении следующих условий:

- не должны проводиться работы, влияющие на изменение реактивности ИР;
- все штатные РО СУЗ должны быть введены в активную зону и находиться в положении с наибольшей поглощающей способностью; их приводы должны быть обесточены;
- подкритичность ИР должна быть не ниже 0,02 относительных единиц;
- должен быть обеспечен отвод остаточных тепловыделений от активной зоны.
- В качестве дополнительных мер обеспечения требуемой подкритичности может производиться выгрузка части ТВС (ТВЭЛОВ) из активной зоны и (или) установка дополнительных поглотителей.

Объем контроля ИР, находящегося в состоянии длительной остановки, должен быть обоснован и обеспечен.

5.13. Ядерно-опасные работы на ИР должны проводиться по программе или по специальному техническому решению, утвержденному главным инженером ИР. Техническое решение (программа) должно содержать:

- перечень ядерно-опасных операций и последовательность их выполнения;
- технология ведения ядерно-опасной работы;
- технические средства и организационные меры по обеспечению ядерной безопасности;
- расчетные или экспериментальные оценки влияния проводимых операций на реактивность ИР, а также ожидаемое общее изменение запаса реактивности по окончании всех операций.

5.14. Технология проведения ядерно-опасных работ, постоянно повторяющихся на ИР, в тех случаях, когда экспериментально известно изменение реактивности от проводимых операций, может быть внесена в инструкцию по эксплуатации ИР.

В этом случае составление технического решения не обязательно.

5.15. Ядерно-опасные работы должны проводиться только при подкритическом состоянии ИР и выполняться при взведенных РО АЗ. Разрешается загрузка (выгрузка) экспериментальных устройств (ампул, образцов и т.п.) при работающем на мощности реакторе при условии, что вводимая экспериментальным устройством положительная реактивность не превышает 0,3  $\beta_{эфф}$  и скорость ввода реактивности не превышает 0,07  $\beta_{эфф}/с$ .

Примечание. В ИР, где перегрузка осуществляется с расцеплением РО СУЗ, перегрузка ядерного топлива производится при погруженных в активную зону РО СУЗ. При этом минимальная подкритичность ИР в процессе перегрузки должна составлять не менее 0,02 относительных единиц.

- 5.16. Ядерно-опасные работы должны проводиться сменным и (или) ремонтным персоналом под руководством начальника смены.
- 5.17. После завершения ремонта оборудования и систем ИР должна проводиться их проверка на соответствие утвержденным характеристикам с документальным оформлением результатов проверки.
- 5.18. Эксплуатирующая организация должна разработать перечень нормативных документов, распространенных на ИР, и обеспечивать выполнение их требований на всех этапах жизненного цикла ИР.
- 5.19. Основные документы, регламентирующие эксплуатацию ИР.
- 5.19.1. Паспорт ИР (форма паспорта исследовательского реактора приведена в приложении).
- 5.19.2. Санитарный (радиационно-гигиенический) паспорт.
- 5.19.3. Технологический регламент ИР.
- 5.19.4. Инструкция по эксплуатации ИР.
- 5.19.5. Инструкция по эксплуатации экспериментальных устройств.
- 5.19.6. Инструкции по эксплуатации систем и оборудования ИР.
- 5.19.7. Техническая документация ИР и экспериментальных устройств.
- 5.19.8. Инструкция по обеспечению ядерной безопасности при транспортировании и хранении свежего и отработавшего ядерного топлива.
- 5.19.9. План мероприятий по защите работников (персонала) и населения от радиационной аварии и ее последствий.
- 5.20. Периодически, не реже одного раза в год, приказом эксплуатирующей организации назначается комиссия по проверке состояния безопасности на ИР. Проверка осуществляется в объеме разделов настоящих Правил и ОПБ ИР-94. Акт проверки утверждается руководством эксплуатирующей организации.

## 6. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

6.1. В проекте ИР и ООБ ИР должна быть обоснована безопасность при хранении и транспортировании ядерного топлива.

Должны быть приведены состав и конструкция устройств перегрузки, необходимых для безопасного обращения с ядерным топливом.

6.2. При перегрузке твэлов и ТВС, а также при транспортировании вне ИР и обращении с ядерным топливом в хранилищах техническими средствами должен быть обеспечен надежный и достаточный отвод остаточных тепловыделений.

Обеспечение безопасности обращения с ядерным топливом должно быть обосновано в проекте ИР и ООБ ИР.

6.3. Хранение ядерного топлива на ИР должно осуществляться в постоянных и (или) временных (оперативных) хранилищах, определенных проектом ИР.

6.4. Постоянные хранилища ядерного топлива должны удовлетворять требованиям правил безопасности при хранении и транспортировании ядерного топлива на объектах атомной энергетики.

6.5. При хранении ядерного топлива во временных (оперативных) хранилищах взаимное расположение твэлов, ТВС, контейнеров с ядерным топливом и т.п. должно быть таким, чтобы обеспечивалось значение  $K_{эфф}$  не более 0,95 относительных единиц при нормальной эксплуатации и при исходных событиях, определенных проектом ИР (в том числе и при затоплении хранилища водой).

6.6. Положение твэлов, ТВС, контейнеров и т.п. во временном хранилище должно быть фиксированным и исключающим возможность непреднамеренного их перемещения.

6.7. На ИР, на котором (по условиям экспериментов) требуется производить комплектацию и (или) перекомpleктацию ТВС, должны быть оборудованы рабочие места для проведения этих работ. Эти рабочие места могут находиться в помещениях постоянных хранилищ ядерного топлива, в помещении ИР или в специальных помещениях, входящих в состав помещений ИР, и при необходимости оборудованы системой аварийной сигнализации, отвечающей требованиям, предъявляемым к проектированию и эксплуатации систем аварийной сигнализации о возникновении самоподдерживающейся цепной реакции и организации мероприятий по ограничению ее последствий.

6.8. Порядок проведения любых работ с ядерным топливом и меры по обеспечению ядерной безопасности как в хранилищах ядерного топлива, так и в местах комплектировки должны быть определены в инструкции по обеспечению ядерной безопасности согласно п. 5.19.8 настоящих Правил. Картограммы размещения ядерного топлива, нормы для рабочих мест и мест хранения должны вывешиваться на видных местах.

Приложение

### ПАСПОРТ

исследовательского реактора.....
1. Тип ИР.....
2. Назначение.....
3. Место размещения.....
4. Эксплуатирующая организация.....

5. Федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий управление использованием атомной энергии.....

6. Разработчики ИР.....

7. Время ввода ИР в эксплуатацию.....

8. Номинальная мощность.....

9. Активная зона ИР:

эффективный диаметр, м; форма активной зоны.....

высота, м.....

количество ячеек для ТВС, шт. ....

минимальное количество ТВС для номинальной мощности, шт. ....

ядерное топливо (тип ТВС, состав, обогащение).....

замедлитель.....

отражатель.....

теплоноситель и его теплотехнические параметры при номинальной мощности (P, G и/или P,  $t_{вх}$ ,  $t_{вых}$ ).....

10. Физические параметры активной зоны:

максимальный запас реактивности,  $\beta_{эфф}$ .....

суммарная эффективность рабочих органов СУЗ в состоянии активной зоны с максимальным запасом реактивности,  $\beta_{эфф}$ .....

знак и значение мощностного коэффициента реактивности при рабочих параметрах активной зоны, (DK/K)/%  
Nном.....

подкритичность активной зоны при взведенных рабочих органах АЗ в состоянии активной зоны с максимальным запасом реактивности, (DK/K или  $\beta_{эфф}$ ).....

11. Характеристика СУЗ ИР:

рабочие органы

Рабочие органы СУЗ	Количество групп РО, шт.	Количество РО в группе, шт.	Эффективность группы, $\beta_{эфф}$	Скорость увеличения реактивности при взводе, $\beta_{эфф}/с$	Время ввода РО СУЗ в активную зону по сигналу АЗ, с
АЗ					
АР					
РР					
КО					

дополнительные системы воздействия на реактивность.....

каналы аварийной защиты по уровню плотности нейтронного потока (количество и тип приборов).....

каналы аварийной защиты по скорости нарастания плотности нейтронного потока (количество и тип приборов).....

каналы контроля уровня плотности нейтронного потока и скорости нарастания плотности нейтронного потока (количество и тип приборов).....

количество каналов контроля уровня плотности нейтронного потока с записывающими приборами (количество и тип приборов).....

12. Экспериментальные устройства и вносимая ими реактивность,  $\beta_{эфф}$ .....

13. Перечень сигналов срабатывания АЗ.....

13.1. Значения отклонений параметров (уставок), приводящих к срабатыванию АЗ.....

13.2. Сигналы о состоянии оборудования, устройств, систем, инициирующие срабатывание

