# ФЕДЕРАЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА
в области использования атомной энергии



ТРЕБОВАНИЯ
К ОТЧЕТУ ПО ОБОСНОВАНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ
ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
УСТАНОВОК СУДОВ

**НП-023-2000**

gost.e-ecolog.ru

ФБУ «НТЦ ЯРБ»

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

**ФЕДЕРАЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА
В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ**

Утверждены
постановлением
Госатомнадзора России
от 28 декабря 2000 г.
№ 15

# ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ОБОСНОВАНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК СУДОВ

**НП-023-2000**

Введены в действие
с 1 июля 2001 г.

**Москва 2000**

**УДК 621.039**

# ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ОБОСНОВАНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК СУДОВ. НП-023-2000

**Госатомнадзор России**
**Москва, 2000**

Настоящие федеральные нормы и правила устанавливают требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности ядерных энергетических установок судов, который входит в комплект документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности этих ядерных установок и представляется эксплуатирующей организацией в Госатомнадзор России для получения лицензии на проектирование, строительство, эксплуатацию ядерных энергетических установок судов.

При разработке нормативного документа использованы проверенные многолетней практикой и отраженные в ТООБ АС подходы к обеспечению безопасности АС с учетом специфики ЯЭУ судов.

Нормативный документ выпускается впервые.

Нормативный документ разработали: В.И. Макаров (РНЦ "Курчатовский институт"), С.Ю. Коршунова, Е.В. Лаухин, В.Г. Маркаров, И.М. Плужников (Госатомнадзор России), Л.И. Кудрявцев, В.П. Слуцкер, Л.П. Соловьев, В.Н Чуканов, А.Я. Шульгин (НТЦ ЯРБ).

В нормативном документе учтены предложения и замечания ОКБМ им. И.И. Африкантова, РНЦ "Курчатовский институт", Инспекции по атомным судам Российского морского регистра судоходства, Департамента мореплавания Минтранса России, ОАО "Мурманское морское пароходство", ОАО ЦКБ "Айсберг", ГУП НПО "Аврора", ЦНИИ им. А.Н. Крылова, АО ЦНИИ МФ после их обсуждения на совещаниях и выработки согласованных решений.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АЗ – аварийная защита ЯЭУ
ВАБ – вероятностный анализ безопасности
ГРО – газообразные радиоактивные отходы
ЖРО – жидкие радиоактивные отходы
ЗСБ – защитные системы безопасности
КГ – компенсирующая группа
КИП – контрольно-измерительные приборы
КСУ ТС – комплексная система управления техническими средствами
КШИ – комплексные швартовные испытания
ЛСБ – локализующие системы безопасности
НД – нормативный документ
НУЭ – нормальные условия эксплуатации
ООБ – отчет по обоснованию безопасности ЯЭУ судов
ОСБ – обеспечивающие системы безопасности
ОТВС – отработавшая тепловыделяющая сборка
ОЯТ – отработавшее (облученное) ядерное топливо
ПАР – пост аварийного расхолаживания
ПГ – парогенератор
ПНР – пусконаладочные работы
ПОК – программа обеспечения качества
ПСУ – пассивное спринклерное устройство
ПТУ – паротурбинная установка
РАО – радиоактивные отходы
РВ – радиоактивные вещества
РУ – реакторная установка
САОЗ – система аварийного охлаждения зоны (активной зоны реактора)
СБ – система безопасности
СВБ – система, важная для безопасности
СВП – стержень выгорающего поглотителя
СКУ – система контроля и управления
СПОТ – система пассивного отвода тепла
СУЗ – система управления и защиты
ТВС – тепловыделяющая сборка
твэл – тепловыделяющий элемент

ТРО – твердые радиоактивные отходы
ТУ – технические условия
УСБ – управляющая система безопасности
ХОЯТ – хранилище отработавшего ядерного топлива
ЦНПК – циркуляционный насос первого контура
ЦПУ – центральный пост управления
ЭО – эксплуатирующая организация
ЭЭС – электроэнергетическая система
ЯТ – ядерное топливо
ЯЭУ – ядерная энергетическая установка

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения ..... 1-1
1.1. Назначение отчета ..... 1-1
1.2. Порядок подготовки ООБ ..... 1-1
1.3. Требования к содержанию, форме ООБ и его поддержанию ..... 1-2
1.4. Типовая структура разделов ООБ ..... 1-4
2. Общая характеристика ЯЭУ ..... 2-1
3. Общие положения и подходы к обеспечению безопасности ЯЭУ ..... 3-1
4. Реакторная установка ..... 4-1
4.1. Реактор ..... 4-1
4.2. Активная зона ..... 4-1
4.3. Нейтронно-физическое обоснование проекта активной зоны ..... 4-6
4.4. Теплогидравлический расчет ..... 4-10
4.5. Испытания и проверки ..... 4-13
4.6. Материалы, используемые при изготовлении реактора ..... 4-14
4.7. Проектное функционирование систем воздействия на реактивность ..... 4-18
5. Система первого контура и связанные с ней системы ..... 5-1
5.1. Краткое описание ..... 5-2
5.2. Целостность (прочность и плотность) границ давления первого контура ..... 5-5

5.3. Элементы первого контура и связанных с ним систем ..... 5-11
6. Паротурбинная установка ..... 6-1
6.1. Турбоагрегат ..... 6-1
6.2. Требования к системам, связанным с турбоагрегатом ..... 6-5
6.3. Обоснование работоспособности элементов системы ..... 6-6
7. Контроль и управление ..... 7-1
7.1. Основные цели контроля и управления ..... 7-2
7.2. Системы, обеспечивающие нормальную эксплуатацию ЯЭУ ..... 7-3
7.3. Системы безопасности ..... 7-10
7.4. Контроль радиационной обстановки в помещениях, занятых оборудованием ЯЭУ ..... 7-15
7.5. Системы связи и оповещения ..... 7-15
7.6. Системы, не влияющие на безопасность ..... 7-16
8. Электроснабжение ..... 8-1
8.1. Основная электрическая система ..... 8-1
8.2. Аварийная электрическая система ..... 8-4
8.3. Переходные источники электрической энергии ..... 8-6
8.4. Кабельная сеть контролируемой зоны ..... 8-7
8.5. Освещение ..... 8-7
8.6. Связь с внешней энергосистемой ..... 8-7
9. Вспомогательные системы ЯЭУ судна ..... 9-1
9.1. Комплект перегрузочного оборудования активных зон ..... 9-1
9.2 Системы, обеспечивающие работу ЯЭУ ..... 9-4
10. Обращение с радиоактивными отходами ..... 10-1
10.1. Система обращения с ТРО ..... 10-2
10.2. Система обращения с ЖРО ..... 10-2
10.3. Система обращения с ГРО ..... 10-3
11. Радиационная безопасность ..... 11-1
11.1. Обеспечение минимального разумно достижимого уровня профессионального облучения (принцип ALARA) ..... 11-1
11.2. Источники радиации ..... 11-4
11.3. Особенности проекта в части радиационной защиты ..... 11-5

11.4. Оценка дозовых затрат при эксплуатации и авариях....11-10
12. Системы безопасности ....12-1
12.1. Защитные системы безопасности ....12-1
12.2. Структура описания элементов защитных систем безопасности....12-10
12.3. Локализующие системы безопасности ....12-16
12.4. Обеспечивающие системы безопасности ....12-31
13. Ввод в эксплуатацию ....13-1
13.1. Требования к информации, вносимой в ООБ на этапе ввода ЯЭУ в эксплуатацию ....13-2
13.2. Требования к информации, вносимой в ООБ на этапе передачи ЯЭУ в эксплуатацию ....13-7
14. Эксплуатация ....14-1
15. Анализ аварий ....15-1
15.1. Перечень исходных событий ....15-1
15.2. Перечень запроектных аварий ....15-3
15.3. Методики анализа ....15-4
15.4. Исходные данные для расчетов ....15-7
15.5. Анализ проектных аварий ....15-8
15.6. Анализ запроектных аварий. Разработка мер по управлению запроектными авариями ....15-13
**Приложение.** Перечень исходных событий ....15-17
16. Пределы и условия безопасной эксплуатации. эксплуатационные пределы ....16-1
16.1. Пределы безопасной эксплуатации ....16-1
16.2. Эксплуатационные пределы ....16-2
16.3. Условия безопасной эксплуатации ....16-2
16.4. Административные условия и документирование сведений о контроле за пределами и условиями безопасной эксплуатации ....16-4
17. Обеспечение качества ....17-1
17.1. Общие положения ....17-1
17.2. Требования к информации о направлениях деятельности по обеспечению качества ....17-2
18. Вывод из эксплуатации ....18-1

# 1. Общие ПОЛОЖЕНИЯ

## *1.1. Назначение отчета*

1.1.1. Требования к отчету по обоснованию безопасности ядерных энергетических установок судов (далее – ООБ) распространяются только на ЯЭУ на основе водо-водяных реакторов двухконтурного типа и устанавливают структуру и содержание отчета по обоснованию безопасности ЯЭУ, представляемого в Госатомнадзор России для получения лицензии в составе комплекта документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности.

1.1.2. ООБ должен обеспечивать достаточно полную информацию для адекватного понимания концепции ядерной и радиационной безопасности, на которой базируется проект ЯЭУ, а также для адекватного понимания ПОК и основных принципов эксплуатации ЯЭУ.

1.1.3. ООБ должен содержать систематизированный анализ безопасности ЯЭУ судна при строительстве, вводе в эксплуатацию и эксплуатации в подтверждение того, что для членов судового экипажа, населения и окружающей среды гарантируется отсутствие радиационной опасности.

1.1.4. Информация, представляемая в ООБ, должна соответствовать фактическому состоянию ЯЭУ. Изложение информации должно быть компактным и не допускать двусмысленности. Сведения о выполнении ООБ и других нормативных документов, правил, актов, законов не должны иметь декларативный характер. В ООБ следует применять единицы измерений, соответствующие проектной документации.

## *1.2. Порядок подготовки ООБ*

1.2.1. ООБ разрабатывается проектантом судна для каждого конкретного типа судна с учетом особенностей проекта и ЯЭУ.

1.2.2. Работа по подготовке, формированию и необходимой корректировке (поддержке) ООБ должна выполняться на всех этапах жизненного цикла судна.

1.2.3. В составе комплекта документов, обосновывающих безопасность ЯЭУ при подаче заявления на получение лицен-

зии на строительство судна, представляется ООБ, разработанный для стадии проектирования, а при подаче заявления на получение лицензии на эксплуатацию и другие виды деятельности – ООБ с внесенными дополнениями по результатам строительства и ввода в эксплуатацию.

Информация, представляемая в ООБ с внесенными результатами ввода в эксплуатацию (изготовления, монтажа, пусконаладочных работ, швартовных испытаний, физического пуска, КШИ и ходовых испытаний), должна соответствовать построенному и готовому к эксплуатации судну и отражать фактическое состояние ЯЭУ.

1.2.4. Любые отклонения от проекта ЯЭУ, в том числе принятые при строительстве ЯЭУ, переоборудовании, модернизациях, должны оцениваться с точки зрения их влияния на безопасность ЯЭУ и оформляться путем внесения изменений в соответствующие разделы ООБ.

### *1.3. Требования к содержанию, форме ООБ и его поддержанию*

1.3.1. Содержание и форма ООБ, а также порядок его поддержания (приведение информации в ООБ в соответствие с фактическим состоянием ЯЭУ) должны соответствовать требованиям ООБ. Выполнение этого условия обеспечивает приемлемость содержащейся в ООБ информации для Госатомнадзора России и наименьшие сроки ее рассмотрения.

1.3.2. Требования к содержанию

1.3.2.1. Содержание ООБ должно быть, насколько это возможно, таким, чтобы для оценки безопасности не требовалось дополнительно рассматривать проектные или эксплуатационные материалы. Допускаются ссылки на проектную документацию, которая должна быть представлена по дополнительному запросу органу государственного регулирования безопасности.

1.3.2.2. Если информация по обоснованию безопасности основана на более детальных работах или документах, то на них должна приводиться ссылка с указанием типа документа, авторов или организации, года проведения работ или выпуска документов, архивного или идентифицированного номера владельца.

1.3.2.3. Следует избегать дублирования информации в ООБ. Для предотвращения излишних повторов рекомендуется давать ссылки на соответствующие разделы.

1.3.2.4. Необходимо представлять информацию о выполненных расчетах, расчетных анализах, подтверждающую достаточность и полноту объема выполненных расчетов принятым нормам, учет всех факторов, влияющих на результаты. Информация должна содержать данные, достаточные для выполнения при необходимости экспертного расчета (схемы, принятые допущения, исходные данные, результаты, их интерпретацию, выводы).

Все программные средства, указанные в ООБ, и оценки их приемлемости должны кратко описываться в объеме, достаточном для их понимания, должны приводиться их наименования и сведения об аттестации.

1.3.3. Требования к оформлению ООБ и его поддержанию

1.3.3.1. Оформление всех разделов отчета должно быть единым для всех стадий жизненного цикла ЯЭУ.

ООБ комплектуется в папках-скоросшивателях по отдельным разделам или при необходимости разделам и подразделам.

1.3.3.2. В начале каждого раздела следует приводить список сокращений, использованных в разделе.

На папке указывается тип ЯЭУ, номер проекта судна, название судна при необходимости, полное наименование отчета и соответствующего раздела (подраздела).

1.3.3.3. Отчет следует оформлять с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ на одной или двух сторонах листа белой бумаги формата А4 по ГОСТ 9327.

Графическая информация, представляемая в ООБ, должна выполняться в удобном для прочтения масштабе и помещаться в тексте на листах формата 11*n или в отдельных папках на листах любого формата.

1.3.3.4. Нумерация страниц ведется по разделам, представляющим самостоятельные части. При этом номер страницы должен состоять из номера раздела и собственно номера страницы и изображаться на верхнем поле страницы в формате "nn-n" или "nn.n-n" для раздела.

Следует применять цифровую нумерацию, пунктов и подпунктов внутри разделов и подразделов.

1.3.3.5. Изменения в тексте отчета следует выполнять путем замены страниц. Внесение изменений путем исправлений в тексте не допускается.

При замене отдельных страниц на каждой из них, в правом верхнем углу, на полях необходимо указывать порядковый номер редакции и дату выполнения замены (месяц, год). Замененные страницы должны храниться в конце соответствующих разделов.

При необходимости увеличения числа страниц следует добавлять буквенные индексы, при уменьшении – вносить соответствующие примечания.

Запись о порядковом номере редакции, местах и дате замены следует помещать на первой странице текста раздела (подраздела). В конце каждого раздела помещать лист регистрации изменений.

1.3.3.6. Общие требования, подходы, критерии и т. п., относящиеся к различным частям установки, должны помещаться в соответствующем разделе и на них следует делать ссылки в других разделах. Терминология в ООБ должна соответствовать принятой в НД.

### *1.4. Типовая структура разделов ООБ*

Построение разделов по соответствующим системам и элементам безопасности и важным для безопасности следует проводить в соответствии со следующей типовой структурой.

1.4.1. Проектные основы.

В подразделе следует давать формулировку назначения системы, указывать ее классификацию в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии. Необходимо приводить перечень НД по безопасности, требованиям которых удовлетворяет описываемая система, излагать принципы и критерии, положенные в основу проекта системы.

1.4.2. Проект системы.

Следует давать описания конструкции и (или) технологической схемы системы в целом, ее подсистем и элементов, если они выполняют самостоятельные функции. Необходимо приводить подробные чертежи, рисунки и схемы, иллюстрирующие конструкцию системы и элементов, ее пространствен-

ное расположение и связи с другими системами ЯЭУ и судна. Приводить основные технические характеристики элементов системы, используемые для их изготовления. В случае использования материалов, не соответствующих проекту, должно приводиться обоснование замены материалов с указанием НД, допускающих такую замену.

Необходимо приводить обоснование выбора материалов с учетом условий нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации, включая аварии.

1.4.3. Управление и контроль работы системы.

Следует представлять информацию об автоматическом, дистанционном и местном управлении и контроле за работой системы. Представлять перечни и допустимые значения контролируемых параметров системы при всех режимах эксплуатации и при выводе в ремонт, указывать расположение контрольных точек, описывать методики контроля, давать сведения о метрологической аттестации применяемых методик, представлять погрешности КИП. Необходимо описывать связи системы с управляющими системами, резервирование датчиков, каналов связи.

1.4.4. Испытания и проверки.

Необходимо указывать состав программы испытаний, цели, состав НД и проектной документации, на основании которой проводятся испытания и проверки, перечни значений контролируемых параметров и требования к используемым при испытаниях КИП.

1.4.5. Анализ проекта.

Следует приводить нормы расчета, методики, исходные данные, описания расчетных программ, использованных для расчетов, допущения и ограничения расчетных схем, результаты расчетов и выводы. Необходимо приводить сведения об аттестации расчетных программ и их верификации. Объем информации должен быть достаточным для проведения при необходимости независимых альтернативных расчетов. Если для обоснования безопасности проекта системы выполнялись эксперименты, то следует описывать условия экспериментов, давать анализ соответствия их расчетным условиям, описывать экспериментальную базу, метрологическое обеспечение, давать интерпретацию результатов испытаний и сравнение их с расчетным анализом.

Следует представлять описание функционирования системы при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации и авариях, взаимодействия с другими системами с учетом их возможных отказов и меры защиты системы от воздействия этих отказов.

Необходимо приводить перечни и анализ проектных отказов элементов системы, включая возможные ошибки операторов, давать оценку влияния последствий отказов, в том числе по общей причине, на работоспособность рассматриваемой системы и связанных с ней систем, на безопасность ЯЭУ и судна в целом. Необходимо выделять отказы, требующие специального рассмотрения в разделе 15 ООБ.

Каждый подраздел должен завершаться выводами о выполнении требований, принципов и критериев соответствующих НД по безопасности.

Конкретное содержание каждого подраздела может меняться в зависимости от особенностей системы.

Допускается опускать отдельные подразделы или дополнять их другими, если это определяется особенностями системы.

Если часть указанной информации приведена в других разделах, то следует давать на них ссылку.

Информацию, как правило, следует давать в виде таблиц.

## 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯЭУ

Настоящий раздел ООБ должен состоять из следующих подразделов.

2.1. Основание для разработки проекта судна.

В подразделе следует представлять следующие сведения о судне:

основание для разработки проекта, краткую информацию об опубликованных решениях органов государственной власти или иных организаций, на основании которых предполагается строительство судна.

2.2. Район эксплуатации судна.

Приводить физико-географическую и климатометеорологическую характеристику проектного района эксплуатации и базирования судна, включающую информацию об ограничениях в эксплуатации судна, по климатическим характеристикам, ветрам, временам года, ледовому режиму, особым природным явлениям (цунами, тайфуны, циклоны) при их наличии.

Для мест базирования давать информацию об оценке состояния и инженерных свойств почв, склонов, гаваней, бухт (с целью оценки их стабильности в условиях различных природных нагрузок), а также планы возможного развития района базирования (сооружение пирсов, дамб и т.п.).

Приводить анализ эффекта присутствия ЯЭУ судна в порту с учетом местных метеорологических условий, условий использования прибрежных территорий и акваторий, плотности населения.

2.3. Краткое описание проекта судна и его технические характеристики.

Приводить краткую общую информацию о судне (в объеме спецификации), а именно перечень основных сведений об организациях, осуществляющих проектирование, строительство и эксплуатацию судна, изготовление и монтаж основного оборудования и систем, важных для безопасности.

Общая информация о судне должна содержать следующие сведения:

2.3.1. Краткое описание класса судна, его основное назначение, архитектурно-конструктивный тип

2.3.2. Основные характеристики, главные размерения судна и технические характеристики: длина наибольшая; длина

между перпендикулярами; ширина максимальная; ширина по ватерлинии; высота борта; осадка; водоизмещение; автономность по основным запасам; численность экипажа; допустимые крен, дифферент; непотопляемость; скорость; тип пропульсивной установки; общее расположение оборудования ЯЭУ на судне; противопожарная защита ЯЭУ (судна); защитная оболочка и защитное ограждение; радиационная безопасность и радиационный контроль.

2.3.3. Корпус судна.

Общие сведения о корпусе, его конструкции, защите от коррозии.

2.3.4. Судовые устройства.

Сведения об якорных, швартовных, буксирных, спасательных, грузовых устройствах, а также о двигателях и движителях, рулевых устройствах; противопожарной защите и системах обнаружения пожара; системах вентиляции и кондиционирования воздуха; осушительной и балластной системах; вспомогательной пропульсивной установке при ее наличии.

2.3.5. Техническое описание проектных решений по ЯЭУ.

2.3.5.1. Материалы об организации-проектанте ЯЭУ, его контрагентах и изготовителях основного оборудования ЯЭУ (реактора, активной зоны, ПГ, котла аварийного хода, теплообменников, электродвигателей, турбоагрегата, генераторов, турбогенераторов, дизель-генераторов, насосов, компрессоров, арматуры, котельных, холодильных, испарительных установок, конденсаторов, вспомогательных котельных установок, подогревателей, систем управления, КИП).

2.3.5.2. Информация о составе комплекса систем управления и автоматизации технических средств.

2.3.5.3. Данные о составе и размещении ЭЭС, постов управления; системах освещения, связи, сигнализации и других ЭЭС, устанавливаемых на судне; возможностях приема энергосред (электропитания по постоянному и переменному току с берега (судна), бидистиллата, дизтоплива, сжатого воздуха) и выдачи на берег (судно); нормальном и аварийном освещении, сварочном оборудовании, средствах навигации, связи, сигнализации и управления.

2.3.5.4. Краткое описание ЯЭУ.

2.3.5.5. Информация о составе и размещении ЯЭУ.

2.3.5.6. Состав и краткая характеристика РУ.

2.3.5.7. Информация о режимах нормальной эксплуатации ЯЭУ, включающая описание ввода ЯЭУ в действие; эксплуатацию ЯЭУ по прямому назначению (при постоянном уровне мощности, переходных режимах, изменениях уровней мощности); перевода ЯЭУ в горячий резерв, а затем перевода на нормальный режим эксплуатации или в режим расхолаживания; работе ЯЭУ при наличии отказов и неисправностей, в том числе приводящих к ограничениям мощности, а также в условиях угрозы безопасности судна; ввода на мощность после непреднамеренного быстрого снижения мощности или ложного срабатывания АЗ.

2.3.6. Краткое описание защиты от радиации, включающее:

- основные критерии радиационной защиты экипажа, населения, окружающей среды, в том числе морской акватории, краткое описание средств обеспечения минимально низких уровней облучения;
- дозовые пределы облучения персонала;
- средства, предотвращающие сброс ЖРО в море;
- средства сбора, хранения и удаления РАО;
- уровни радиации и загрязнения для каждой зоны на судне и обусловленные ими ограничения по доступу в зоны;
- правила и процедуры обращения с РАО;
- правила и процедуры доступа в контролируемую и наблюдаемую зоны;
- описание биологической защиты (информация о защитных конструкциях, источниках, подлежащих защите, расположении и назначении защитной конструкции, а также ее размерах и материалах, оценка конструкций по данным расчетов или испытаний);
- сравнительные данные об уровне радиации, ожидаемом или допускаемом при эксплуатации и проектных авариях.

2.3.7. Краткое описание системы радиационного контроля, содержащее информацию о проектных принципах, расположении, типе, чувствительности и диапазонах измерений, используемых датчиках, методах отображения информации и сигнализации, надежности и долговечности системы радиационного контроля.

2.3.8. Перечень исходных событий, проектных и запроектных аварий, анализ которых содержится в ООБ.

2.3.8.1. Аварии судна (аварии для условий пребывания судна в море и в порту):

- столкновение с поступлением воды в энергетические и вспомогательные отсеки,
- посадка на мель, опрокидывание, затопление на мелкой воде, затопление на глубокой воде, пожар в ЦПУ и энергетическом отсеке, в том числе в машинном отделении, электроэнергетическом отсеке, реакторном отсеке, помещениях аппаратуры КСУ ТС.

2.3.8.2. Аварии ЯЭУ

Следует рассматривать:

а) разгерметизацию первого контура;

б) несанкционированное изменение реактивности, в том числе несанкционированное перемещение наиболее эффективного органа управления реактивностью со скоростью, допускаемой системой управления и конструкцией привода; заброс холодной воды в ПГ и реактор, нарушение в работе питательного клапана; несанкционированный ввод в действие системы аварийного расхолаживания;

в) нарушения теплоотвода, в том числе:

- по первому контуру из-за частичного или полного прекращения принудительной циркуляции в первом контуре, ошибочного пуска насоса, снижения давления в первом контуре;
- разгерметизации первого контура - малой течи первого контура, течи трубной системы ПГ, межконтурных течей в оборудовании первого контура, течи крышки реактора, повышения давления в первом контуре;
- по второму контуру из-за разрыва конденсатно-питательного трубопровода, разрыва главного паропровода, повышения давления в паропроводе, закрытия главного отсечного клапана перед турбиной, прекращения отвода пара от РУ, отсечения главного конденсатора, прекращения подачи охлаждающей воды на главный конденсатор, остановки конденсатных, питательных насосов, снижения расхода питательной воды вплоть до полного прекращения;

г) нарушения в системе обеспечения электроэнергией из-за исчезновения питания на одном борту, неисправности турбогенератора одного борта, исчезновения питания системы управления и защиты, исчезновения питания исполнительного механизма одного рабочего органа СУЗ, кратковременного или длительного, полного обесточивания ЯЭУ;

д) нарушения условий обитаемости в ЦПУ и помещениях ЯЭУ из-за выхода из строя системы кондиционирования и вентиляции.

2.3.8.3. Возможный ход событий после отказа или аварии, рекомендации по управлению аварией по основным направлениям ликвидации последствий.

При описании результатов каждого анализируемого события следует показывать исходные данные для анализа, основные допущения, на которых основаны расчеты, погрешность расчетов, величину утечки из защитной оболочки и эффективность системы вентиляции (адсорбции и фильтрации), принятые автоматические действия или необходимые действия персонала, время после событий, в течение которого следует принимать первоочередные меры и меры по локализации последствий событий.

2.3.8.4. Надежность оборудования и других элементов.

Следует представлять информацию о надежности оборудования и элементов СВБ, включающую перечень (номенклатуру) показателей надежности для каждого типа оборудования, для которого требуется обоснование надежности, результаты расчетного (расчетно-экспериментального) обоснования показателей надежности, выводы о соответствии показателей надежности требованиям НД, результаты качественного анализа надежности, оценку неопределенностей результатов анализа надежности, оценку возможного влияния неполноты учитываемых факторов при расчете, перечень элементов, значимых с точки зрения вклада в надежность систем, ссылки на используемые расчетные методики и программы, характеристики исходных данных о надежности. Информацию следует представлять в виде таблиц для каждого типа оборудования.

2.3.8.5. Вероятностный анализ безопасности.

Необходимо приводить информацию о результатах выполненного ВАБ, в том числе характеристику исходной базы данных о надежности, перечень рассмотренных исходных со-

бытий и его обоснование, информацию: о выполненных качественном и количественном анализе, о надежности систем (результаты взаимосвязи систем представляются в виде таблиц), об использованных моделях деревьев отказов и деревьев событий, включая сведения об использованных критериях успеха для основных систем, об учете отказов по общей причине, действий и ошибок персонала, внешних событий, об оценках чувствительности и неопределенностей, итоговые результаты ВАБ.

Необходимо представлять информацию о сбалансированности проекта и тех изменениях, которые в него вносились на основании ВАБ для ее достижения, показывать основных вкладчиков в риск тяжелой аварии и распределение долей их относительных вкладов.

2.3.9. Условия строительства.

2.3.9.1. В подразделе следует кратко описывать район расположения судостроительного предприятия, климатические условия, в том числе температуры окружающего воздуха, забортной воды, ледовую обстановку, глубины в местах стоянки судов, скорость течения, условия судоходства, геолого-гидрологические и сейсмотектонические характеристики, сейсмичность района, приводить данные о плотности населения, проживающего в зоне строительства, характеристики экстремальных природных воздействий, расположении аэродромов, ракетодромов.

2.3.9.2. В подразделе необходимо приводить описание производственного процесса, требования к технологическому уровню, оснащенности производства и структуре управления, в том числе управления технологической подготовкой судостроительного предприятия, укомплектованности производственным и испытательным оборудованием, систему необходимого технического и технологического контроля, основные квалификационные требования к персоналу.

2.3.9.3. В подразделе следует излагать общие критерии обеспечения безопасности при пожаре на судне во всех режимах эксплуатации, а также при проектных и запроектных авариях, рассматривая пожар как исходное событие или следствие исходного события с учетом принципа единичного отказа, формулировать концепцию обеспечения пожарной безопасности и излагать ее критерии.

Необходимо обосновывать многобарьерность, оптимальное соотношение пассивной и активной защит, достаточность резервирования и дублирования каналов систем безопасности, их физического разделения и т.п., давать оценку последствий пожара с учетом возможных отказов в работе установок пожаротушения.

Следует показывать системный подход к обеспечению пожарной безопасности и поэтапного планирования мероприятий по совершенствованию противопожарной подготовки экипажа судна, представлять анализ пожарной опасности различных участков судна с указанием факторов опасности и количественной оценкой горючей нагрузки, описывать принцип зонирования судна (деление на пожарные зоны и отсеки).

Необходимо обосновывать невозможность одновременной потери управления из-за пожара с ЦПУ и ПАР, а также невозможность потери более одного канала, обеспечивающего выполнение функции безопасности.

В случае, если вентиляционные системы используются для обеспечения локализации пожара в пределах одного пожарного отсека и при этом элементы этих систем рассматриваются как элементы ОСБ или ЛСБ, должны быть проанализированы последствия единичного отказа этих элементов для обеспечения общей безопасности и при необходимости обосновано дублирование таких элементов.

Если активные системы пожаротушения являются ОСБ, следует представлять принцип их построения, уровень их надежности, анализ способности этих систем выдерживать единичные отказы и анализ экстремальных воздействий на средства обнаружения и тушения пожара.

Необходимо анализировать последствия ложного срабатывания установок пожаротушения в части воздействия на оборудование, важное для безопасности, с точки зрения обеспечения общей безопасности.

2.3.9.4. В подразделе необходимо приводить этапы строительства, в том числе приводить перечни потенциально опасных работ на каждом этапе, организацию перехода от одного этапа к другому, прогноз радиационной обстановки в случае возникновения аварий, оценку вероятности выхода РВ в атмосферу, возможные дозы облучения персонала судостроительного предприятия и населения, а также перечень мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности, анализ соответствия ведения работ требованиям действующих НД по

ядерной и радиационной безопасности, мероприятия по защите населения, перечень технологической документации, необходимой для обеспечения технологического процесса строительства ЯЭУ.

2.3.10. Условия эксплуатации ЯЭУ.

2.3.10.1. В подразделе следует приводить:

- предельные условия для эксплуатации судна при проектных авариях (предвиденные эксплуатационные нарушения нормальной эксплуатации, при которых разрешается дальнейшая эксплуатация ЯЭУ с определенными проектом ограничениями);
- освидетельствования и проверки технического состояния ЯЭУ, сроки выполнения регламентных (периодичность и объем, в том числе испытаний);
- процедуры одобрения и изменения эксплуатационных инструкций, распоряжений, решений по продлению ресурса;
- порядок комплектования экипажа, численность и квалификацию персонала;
- процедуры и инструкции, определяющие организацию управления в нормальной эксплуатации, при нарушениях нормальной эксплуатации, авариях.

2.3.11 Данные о физической защите ЯЭУ.

2.3.11.1. Необходимо представлять организационные и инженерно-технические меры по физической защите с анализом выполнения требований действующих норм и правил в части обеспечения физической защиты, анализ ЯЭУ судна и эффективности его системы физической защиты, перечень документов по обеспечению организации и функционированию системы физической защиты ЯЭУ судна.

2.3.11.2. Следует представлять анализ ЯЭУ судна и эффективности его системы физической защиты.

2.3.11.3. Необходимо приводить перечень документов по обеспечению организации и функционированию системы физической защиты ЯЭУ судна.

2.3.12. Данные о нормах и правилах, используемых на этапах жизненного цикла судна.

Информацию можно представлять в отдельном документе, имеющем соответствующий гриф секретности согласно законодательству Российской Федерации.

В раздел необходимо включать перечень документации, в соответствии с которой обосновывается безопасность ЯЭУ.

# 3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЯЭУ

3.1. Концепция обеспечения безопасности ЯЭУ судна.

В подразделе следует приводить перечень НД, с учетом которых выполнен анализ безопасности ЯЭУ, показывать, что в проекте реализована концепция обеспечения безопасности ЯЭУ, для чего представлять:

- информацию о применении в проекте принципа внутренней самозащищенности РУ и конструкторских решениях для его реализации;
- обоснование реализации принципа глубокоэшелонированной защиты с использованием системы физических барьеров и многоуровневой системы технических и организационных мер по защите барьеров и сохранению их эффективности;
- обоснование достаточности средств, обеспечивающих безопасный отвод остаточных тепловыделений от активной зоны.

3.2. Обеспечение ядерной и радиационной безопасности.

В подразделе необходимо формулировать цели ядерной и радиационной безопасности, показывать, с помощью каких систем обеспечено их достижение.

3.2.1. Обеспечение ядерной безопасности.

Обоснование ядерной безопасности следует представлять по направлениям:

- Удержание под контролем цепной ядерной реакции в активной зоне реактора.

Показывать, в какой мере при обеспечении ядерной безопасности используются свойства внутренней самозащищенности реактора. Представлять данные о балансе реактивности для всех возможных эксплуатационных состояний, аварийных ситуаций и проектных аварий, анализировать возможность появления положительных эффектов реактивности при авариях и оценивать их вероятные последствия. Обосновать эффективность, надежность и быстродействие АЗ реактора.

- Обеспечение теплоотвода от активной зоны реактора.

Необходимо приводить принципиальную схему и обоснование обеспечения охлаждения активной зоны реактора при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуата-

ции, включая проектные и запроектные аварии, оценивать степень пассивности принятых в проекте систем отвода тепла.

- Предотвращение образования локальной критичности при перегрузке, транспортировании и хранении ЯТ.

Следует представлять обоснование достаточности мер по предотвращению локальной критичности при обращении с ЯТ на всех этапах жизненного цикла ЯЭУ.

3.2.2. Обеспечение радиационной безопасности.

Приводить описание технических средств и организационных мероприятий, обеспечивающих защиту персонала, населения и окружающей среды от недопустимого воздействия радиационного облучения. Доказывать, что применение предлагаемых средств и проведение мероприятий оправдано практикой и не приводит к превышению установленного дозового предела, исключает необоснованное облучение, а имеющееся радиационное воздействие находится на таком низком уровне, на каком оно разумно достижимо с учетом экономических и социальных факторов. Показывать эффективность защитных систем и их достаточность для гарантии незначительного увеличения ущерба здоровью персонала, населению и окружающей среде.

3.3. Системы безопасности ЯЭУ и основные принципы их построения.

В подразделе следует приводить информацию о системах СБ, в том числе о решениях, предусмотренных в ЯЭУ, обеспечивающих требуемый уровень защиты, основных функциях, выполняемых СБ, схемах построения СБ и соответствии их требованиям норм и правил, выполнении в СБ основных принципов построения таких систем (единичного отказа, приоритетности, безопасного отказа, консервативного подхода, необратимости и контролируемости функции, апробированности, разнообразия, многоканальности, физического разделения), об устойчивости СБ к отказам по общей причине, мероприятиях по обеспечению выполнения своих функций СБ при внешних воздействиях и ошибкам персонала, рассмотренных запроектных авариях, мероприятиях по их управлению, об опыте проектирования, строительства, испытаний, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и выводе из эксплуатации, подтверждающем достаточность организационных и технических мер для обеспечения безопасности ЯЭУ.

3.4. Классификация систем и элементов ЯЭУ судна.

Следует показывать, что для безопасности ЯЭУ судна и сведения к минимуму радиоактивного облучения экипажа, населения и радиоактивного загрязнения окружающей среды при всех эксплуатационных и аварийных состояниях ЯЭУ судна системы и элементы подразделены на классы безопасности (КБ1, КБ2, КБ3, КБ4) в зависимости от их важности для безопасности ЯЭУ, соответственно которым устанавливаются проектные требования к материалам, изготовлению, испытаниям и эксплуатации.

3.5. Исходные состояния и зонирование помещений судна.

Необходимо показывать, что исходные состояния, которые требуется рассматривать в проекте ЯЭУ, классифицируются соответственно вероятности их проявления в диапазоне от непрерывного их проявления до чрезвычайно редкого; судно разделено на режимные зоны (контролируемую, наблюдаемую и свободную) в зависимости от имеющейся потенциальной опасности радиационного загрязнения.

Необходимо приводить перечень помещений, занятых системами и элементами ЯЭУ.

3.6. Проектные дозовые пределы и уровни облучения.

Необходимо показывать, что принятые в проекте основные дозовые пределы, допустимые уровни облучения для персонала и населения, нормативы по выбросам, сбросам и содержанию РВ в окружающей среде соответствуют требованиям нормативных документов.

3.7. Проектные условия, принципы и критерии для ЯЭУ.

В ООБ следует показывать, что ЯЭУ может работать в судовых условиях, проект ЯЭУ предусматривает периодические проверки и испытания систем безопасности при эксплуатации без снижения безопасности, учтены ударные нагрузки на компоненты ЯЭУ, возникающие при всех учитываемых в проекте внешних воздействиях и др., СБ сохраняют работоспособность при статическом крене судна до 30°, или бортовой качке до 45°, или дифференте на нос или корму до 10°, радиационное воздействие на население и экипаж не превышает безопасных уровней, определенных Нормами радиационной безопасности (НРБ-99).

# 4. РЕАКТОРНАЯ УСТАНОВКА

Следует приводить информацию об основных технических данных РУ как источника тепловой энергии, данные о количестве и типе реакторов, основном теплотехническом оборудовании, обслуживающих системах, типе ПГ, системе компенсации температурных изменений объема теплоносителя.

## *4.1. Реактор*

Необходимо приводить информацию и анализ, достаточные для обоснования безопасности работы ядерного реактора в течение проектного срока службы при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, проектных авариях, а также информацию, необходимую для проведения анализа аварий, результаты которого приводятся в разделе 15 ООБ.

Информация и анализ, представленные в этом разделе, базируются на материалах технических проектов реактора, активной зоны, элементов активной зоны (твэлов, ТВС, рабочих органов системы управления и защиты, СВП и др.), внутрикорпусных устройств и других систем, важных для обеспечения безопасности РУ.

В разделе следует приводить описание конструкции реактора и находящихся внутри реактора систем и элементов, давать их классификацию в соответствии с НД, определяющими проектные критерии и принципы. Необходимо представлять принципиальные схемы описываемых систем и элементов со ссылкой на соответствующую проектную документацию. Из описания должно быть ясно взаимодействие описываемых конструкций, их влияние друг на друга, условия сборки и разборки.

Описание систем и элементов, важных для безопасности, находящихся внутри реактора, следует приводить по возможности в соответствии с типовой структурой, приведенной в подразделе 1.4 ООБ.

## *4.2. Активная зона*

4.2.1. Назначение и проектные основы.

В подразделе следует описывать назначение и проектные основы каждой активной зоны, загружаемой в реакторы судна в

течение срока его службы, и ее элементов, основные характеристики активной зоны. Необходимо представлять перечень НД, требованиям которых удовлетворяет активная зона и ее элементы.

Следует приводить анализ соответствия активной зоны и ее элементов требованиям действующих НД по безопасности, а также требованиям технического задания на активную зону.

4.2.1.1. Материалы.

Необходимо представлять перечень НД, регламентирующих требования к применяемым материалам.

4.2.1.1.1. Конструкционные материалы.

Следует представлять информацию:

- об аттестации конструкционных материалов элементов активных зон или анализе опыта их эксплуатации в аналогичных условиях;
- об изменениях механических и теплофизических свойств в зависимости от флюенса нейтронов, температуры, времени, исходного состояния металла;
- о допустимых напряжениях и деформациях, в том числе с учетом циклических нагружений;
- о коррозионной стойкости с учетом влияния химического состава среды, исходного состояния металла, температуры, времени, флюенса нейтронов, паросодержания, особенностей теплосъема. Приводить доказательство стойкости к межкристаллитной коррозии, коррозии под напряжением, питтингу, стойкости в дезактивирующих растворах;
- о радиационной ползучести, распухании, формоизменении в зависимости от температуры, флюенса нейтронов, времени облучения, исходного состояния металла;
- о совместимости материалов (химическом и металлургическом взаимодействии) при контакте друг с другом при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации и авариях.

4.2.1.1.2. Сварка.

Необходимо представлять информацию:

- о видах применяемой сварки в соответствии с перечнем НД, регламентирующих требования к сварке;
- об опыте эксплуатации сварных соединений или их испытаниях в аналогичных условиях;

- об отличиях механических и коррозионных свойств сварных соединений по сравнению с основным металлом в условиях нормальной эксплуатации, при нарушениях нормальной эксплуатации и авариях.

4.2.1.1.3. Ядерное топливо.

Следует представлять информацию:

- о химическом составе, геометрических размерах, обогащении, плотности, загрузке (в том числе по делящимся изотопам), неравномерности распределения ЯТ, методах контроля, метрологической аттестации средств контроля;
- о допустимой глубине выгорания (анализ опыта эксплуатации);
- об объемных, линейных и фазовых изменениях, изменениях плотности, теплоемкости, теплопроводности, механических свойствах, газовыделении в ЯТ в зависимости от выгорания, температуры, термоциклирования, флюенса нейтронов;
- о совместимости с материалом оболочки, массопереносе, влиянии продуктов деления на стойкость конструкционных материалов;
- о поведении в аварийных ситуациях (разгерметизация твэлов, контакт с теплоносителем, повышение температуры);
- об экспериментальном обосновании информации о топливе (перечень расчетов и отчетов).

4.2.1.1.4. Поглощающие материалы.

Необходимо представлять информацию:

- о химическом составе, геометрических размерах (гранулометрическом составе), обогащении по поглощающим изотопам, плотности, методах контроля, метрологической аттестации методов контроля;
- о допустимом выгорании поглощающих изотопов (анализ опыта эксплуатации);
- об объемных, линейных и фазовых изменениях поглотителя, газовыделении, изменениях механических свойств, тепловыделения, теплопроводности, плотности в зависимости от времени, выгорания, температуры, флюенса нейтронов;
- о совместимости с материалом оболочки (покрытия);

- о поведении в аварийных условиях (разгерметизация твэлов, контакт с теплоносителем, повышение температуры);
- перечень расчетов и отчетов об экспериментальном обосновании информации о поглощающих материалах.

4.2.2. Описание конструкции и чертежи.

Следует представлять описание конструкции и чертежи общих видов или рабочие сборочные чертежи элементов активной зоны (ТВС, твэлов, рабочих органов систем управления и защиты, СВП, источников нейтронов и др.), показывающие взаимное расположение, размеры, шаг решетки твэлов и ТВС, допуски, зазоры, способы герметизации элементов, их крепления и ориентации.

Необходимо представлять картограмму загрузки активной зоны, информацию о загрузке ЯТ.

4.2.3. Следует представлять анализ выполнения требований Общих положений безопасности ЯЭУ судов и Правил безопасности ЯЭУ судов к активной зоне.

Необходимо приводить проектные пределы (эксплуатационные, пределы безопасной эксплуатации, пределы, установленные для проектных аварий). Для всех устанавливаемых пределов следует представлять допустимые погрешности измерений при контроле параметров или погрешности расчетов.

Следует приводить эксплуатационные характеристики активной зоны при маневренных режимах.

Теплотехнические, нейтронно-физические и прочностные анализы расчетов безопасности активной зоны должны учитывать:

- вибрационные характеристики элементов активной зоны в потоке теплоносителя, наличие резонансов;
- внутреннее и внешнее давление на оболочки твэлов, СВП, напряженно-деформированное состояние оболочек;
- коррозионные и эрозионные повреждения, образование водорода и гидридов, коррозионные отложения на оболочках;
- причины и последствия несоответствия между мощностью реактора и параметрами теплоносителя;

- изменения геометрических размеров и формы элементов активной зоны за счет облучения, ползучести, изменений температуры, заклиненных органов СУЗ;
- взаимодействие топлива с оболочкой (механическое, химическое), в том числе при разгерметизации твэлов и контакте топлива с теплоносителем;
- стойкость защитных покрытий;
- вероятность и ожидаемые размеры разгерметизации твэлов и СВП при НУЭ, аварийных ситуациях и проектных авариях;
- выделение энергии и возможные химические реакции при разгерметизации твэлов;
- выделение энергии и результирующий импульс давления при разрыве оболочки твэлов с заполнением твэлов водой и попаданием осколков топлива в теплоноситель;
- возможные отказы твэлов, СВП в случае снижения или прекращения циркуляции теплоносителя.

4.2.4. Управление, контроль и испытания.

Необходимо представлять и обосновывать перечень контролируемых параметров активной зоны и ее элементов, в котором приводить критерии целостности оболочек твэлов и ТВС, периодичность контроля, диапазоны измерений параметров, допустимые погрешности измерений, динамические характеристики каналов измерений. Следует представлять краткое описание СУЗ, системы диагностики, а также характеристики параметров (уставки), по которым срабатывает АЗ. Более подробная информация должна представляться в разделе 7 ООБ, о чем следует давать соответствующую ссылку.

Следует описывать программы и методики испытаний активной зоны и ее элементов, методы неразрушающего и разрушающего контроля и испытаний, подтверждающих расчетные характеристики элементов активной зоны; представлять перечень примененных НД, определяющих требования к объему и методикам контроля и испытаний. Необходимо представлять программы входного контроля элементов активной зоны, межведомственных испытаний активной зоны и приемный акт межведомственной комиссии, перечень ядерно-опасных работ с активной зоной и ее элементами.

4.2.5. Обеспечение качества.

Следует представлять на этапе проектирования основные положения программы обеспечения качества активной зоны и отчета о выполнении программы или давать ссылку на раздел 17 ООБ, в котором должна представляться подробная информация о программе качества.

4.2.6. Оценка проекта активной зоны.

Необходимо приводить оценку безопасности по критериям, принятым для активной зоны. В случае невыполнения каких-либо критериев или недостаточности представленных доказательств их выполнения следует указывать технические и (или) организационные мероприятия, которые необходимо проводить для их выполнения, доказывать, что при проведении этих мероприятий критерии будут выполняться, представлять график проведения мероприятий или представления недостающей информации.

### *4.3. Нейтронно-физическое обоснование проекта активной зоны*

4.3.1. Проектные основы.

Следует представлять проектные нейтронно-физические характеристики активной зоны, загружаемой в реактор(ы), и системы воздействия на реактивность, ограничения по нейтронно-физическим характеристикам и воздействию на реактивность, таким как:

- проектная длительность кампании ЯТ и выгорание ЯТ;
- максимальный запас реактивности;
- отрицательные обратные связи для реактивности и коэффициенты реактивности;
- скорости перемещения органов компенсации реактивности;
- предельная скорость управляемого ввода реактивности;
- запасы подкритичности после экстренного останова реактора в процессе кампании.

4.3.2. Описание нейтронно-физических характеристик.

4.3.2.1. Особенности нейтронно-физических характеристик должны перечисляться, описываться или иллюстрироваться для характерных моментов кампании.

Они должны охватывать такие аспекты, как:

- профилирование ЯТ по ТВС и активной зоне;
- распределение выгорающего поглотителя.

4.3.2.2. Распределение энерговыделения.

Необходимо представлять количественную информацию о расчетных распределениях энерговыделения для нормальной эксплуатации, включая распределения внутри типичных ТВС, аксиальные распределения, общие радиальные распределения по ТВС в активной зоне, а также распределения энерговыделения по объему активной зоны.

Для уверенности в том, что типичные распределения, ожидаемые при НУЭ, описаны полностью и учтено воздействие на эти распределения всех возможных параметров, следует освещать достаточно детально как типичные (нормальные), так и предельные (максимальные) распределения энерговыделения, относящиеся к типичным и предельным реализациям параметров, мощность, расход, неравномерность распределения расхода, положение стержней, момент кампании (выгорание топлива и возможные распределения выгорания), выгорающий поглотитель, накопление отравителей.

Следует приводить характерные значения ошибок или неопределенностей, которые могут быть связаны с расчетными распределениями энерговыделения.

Необходимо представлять проектные коэффициенты неравномерности энерговыделения (по форме и численным значениям), возникающие в предельных реализациях стационарных состояний, а также для начальных условий и переходных режимов.

4.3.2.3. Коэффициенты реактивности.

Следует представлять полную количественную информацию о расчетных коэффициентах реактивности.

Информация должна представляться преимущественно в графической форме и охватывать всю область изменения параметров (плотность, температура, давление, пустотность, мощность) от начала пуска из холодного состояния до предельных величин, используемых в анализах безопасности.

Необходимо представлять достаточную информацию для иллюстрации нормальных и предельных величин параметров, относящихся к эксплуатационным и аварийным состояниям, моменту кампании, положению стержней выгорающего поглоти-

теля, распределению энерговыделения, плотности замедлителя и т. п. Следует указывать потенциальные неопределенности результатов вычислений и представлять экспериментальные результаты, которые подтверждают расчеты и принятые значения неопределенностей. Необходимо описывать испытания и проверки, предусмотренные на данном реакторе. В случае, если пределы по коэффициентам имеют особо важное значение (например, при положительных коэффициентах реактивности по температуре замедлителя), реакторные испытания по проверке этих пределов следует наиболее детализировать.

4.3.2.4. Требования к регулированию реактивности.

Следует представлять таблицы и результаты, относящиеся к балансам реактивности активной зоны для начала и конца кампании и при необходимости для промежуточных моментов кампании. Необходимо включать описание факторов, воздействующих на реактивность и зависящих от различных эксплуатационных состояний, таких как:

- предназначение КГ, групп АЗ, их ожидаемая и минимально допустимая эффективность;
- эффективность выгорающего поглотителя;
- допустимость "застревания" подвижных органов компенсации реактивности;
- температурные возмущения в замедлителе и топливе, а также возможные пустотные возмущения;
- выгорание (шлаки);
- отравление ксеноном и самарием;
- допустимые высоты погружения органов компенсации реактивности в активную зону и их допустимое рассогласование.

Следует представлять и оценивать минимально необходимый и прогнозируемый запас подкритичности быстро остановленного реактора для различных моментов кампании с учетом неопределенностей определения этого запаса и экспериментальных проверок на действующих реакторах.

Необходимо подробно описывать методы и ограничения для регулирования при нормальной эксплуатации с освещением таких аспектов, как:

- движение КГ и групп АЗ, воздействующих на распределение энерговыделения;

- возможные изменения расхода или температуры теплоносителя.

Следует включать описание:

- пуска из холодного, горячего и максимально отравленного состояний;
- режима отслеживания нагрузки и компенсацию нестационарного отравления ксеноном;
- воздействия на объемные распределения энерговыделения и на распределения выгорания.

4.3.2.5. Размещение и эффективность КГ.

Необходимо представлять полную информацию о размещении КГ. Следует включать подробные сведения о разделении их на группы, порядок и степень извлечения их из активной зоны, обоснованных ограничениях, накладываемых на их положение в зависимости от уровня мощности, момента кампании или от других параметров.

4.3.2.6. Подкритичность реактора при перегрузке ЯТ.

Необходимо устанавливать максимальную величину $K_{эфф}$ для реактора при перегрузке, обосновывать условия обеспечения непревышения этой величины.

4.3.2.7. Стабильность.

Необходимо показывать наличие или отсутствие стабильности работы реактора. При констатации стабильности представлять подтверждающие данные по аналогичным реакторам.

Указывать критерии, с помощью которых определяется, будет ли работа реактора стабильна.

Если прогнозируется нестабильность или ограниченная стабильность, приводить меры по обнаружению и подавлению превышения пределов безопасности.

4.3.2.8. Облучение корпуса нейтронами.

Следует представлять распределения потока нейтронов и флюенса в активной зоне, на ее границах и на стенках корпуса реактора в установленные проектом сроки эксплуатации реактора.

4.3.3. Аналитические методы.

Представлять описание аналитических методов, использованных в нейтронно-физическом расчете, включив методы определения критичности, коэффициентов реактивности и эффектов выгорания. Используемые компьютерные коды (программы) должны детально описываться с указанием названия и

типа кода, его валидации, основанной на критических экспериментах или подтверждающих прогнозах для действующих реакторов. Описание кодов должно включать описание методов получения таких параметров, как нейтронные сечения. Следует приводить оценку точности аналитических методов.

4.3.4. Изменения.

Любые изменения проекта по каждой активной зоне, загружаемой в реакторы ЯЭУ в течение срока его службы, расчетных методик, данных или информации, относящейся к параметрам, важным для нейтронно-физических расчетов, должны перечисляться вместе с воздействующими параметрами. Особенности и влияние изменений должны учитываться в соответствующих разделах ООБ.

### *4.4. Теплогидравлический расчет*

4.4.1. Исходные данные расчета.

Следует представлять исходные данные по каждому типу активных зон, загружаемых в реактор(ы) ЯЭУ в течение срока его службы, для теплогидравлического расчета реактора, включая геометрию каналов течения теплоносителя, критериальные соотношения для процессов теплопередачи и гидравлики, характеристику теплоносителя, включая параметры двухфазных течений, максимальные температуры горючего и оболочек твэлов, запасы до кризиса теплоотдачи, характеристику зазора между ЯТ и оболочкой твэлов – если он есть, в функции от выгорания, скорость циркуляции, распределение теплоносителя, объемы теплоносителя, гидравлические сопротивления и устойчивость потока, ограничения для неустановившихся режимов, критерии целостности оболочек твэлов и ТВС.

4.4.2. Описание теплогидравлического расчета активной зоны.

Необходимо приводить описание программы теплогидравлического расчета реактора с включением в него следующей информации:

4.4.2.1. Сравнение основных параметров теплогидравлического расчета реактора с данными, полученными на аналогичных действующих реакторах. Это сравнение должно охватывать, например, входную температуру теплоносителя, температуру горючего, максимальные и средние линейные тепловыде-

ления, коэффициенты запаса до кризиса теплоотдачи, скорости теплоносителя, поверхностные тепловые потоки, удельную мощность, геометрию поверхности нагрева и зоны циркуляции.

4.4.2.2. Коэффициенты критического теплового потока для точки с максимальным потоком нейтронов активной зоны (или с наихудшими условиями теплосъема) при номинальной мощности и расчетных перегрузках. Показывать использованные методики расчета, сравнение с результатами, полученными по другим методикам или экспериментально.

4.4.2.3. Линейное тепловыделение.

Следует представлять среднее и максимальное значения линейного тепловыделения для всех расчетных областей активной зоны.

4.4.2.4. Паросодержание.

Необходимо представлять кривые, показывающие прогнозируемые радиальные и аксиальные распределения парообразования в активной зоне. Указывать среднюю величину паросодержания для активной зоны и максимальную величину паросодержания для любого участка активной зоны.

4.4.2.5. Распределение потока теплоносителя.

Следует описывать и обосновывать распределение потока теплоносителя в активной зоне и применяемое дросселирование, а также исходные данные для расчета дросселирования с учетом изменения распределения мощности в течение кампании активной зоны.

4.4.2.6. Гидравлические сопротивления.

Необходимо представлять значения перепадов давления в активной зоне и гидравлические сопротивления при нормальной эксплуатации и при авариях с учетом данных п. 4.4.2.5.

4.4.2.7. Коэффициенты теплопередачи.

Следует показывать и обосновывать методики расчетов и физические характеристики, использованные при определении коэффициентов теплопередачи.

4.4.2.8. Температурные эффекты при эксплуатационных переходных режимах.

Необходимо оценивать способность активной зоны противостоять тепловому воздействию при прогнозируемых эксплуатационных переходных режимах.

4.4.2.9. Неопределенности в расчетах.

Необходимо показывать неопределенности, связанные с оценкой предельных и граничных условий для тепловых и гидравлических расчетов.

4.4.3. Описание теплогидравлического расчета системы циркуляции теплоносителя реактора.

Необходимо описывать теплогидравлический расчет системы циркуляции теплоносителя ядерного реактора. В описание должна включаться следующая информация:

4.4.3.1. Краткая таблица тепловых и гидравлических характеристик.

Следует представлять таблицу, объединяющую тепловые и гидравлические характеристики системы циркуляции теплоносителя реактора.

4.4.4. Анализ расчетов.

Необходимо представлять анализ теплового и гидравлического расчета ядерного реактора и системы циркуляции теплоносителя, включая следующую информацию:

4.4.4.1. Критический тепловой поток.

Следует представлять:

- соотношение критического теплового потока и критической мощности;
- экспериментальные данные, обосновывающие указанное соотношение. Особое внимание следует уделять обоснованию методики учета влияния распределения потока теплоносителя, его перемешивания, пространственного распределения мощности.

4.4.4.2. Гидравлика активной зоны.

Анализ гидравлической схемы активной зоны должен включать:

- описание результатов модельных испытаний и оценку их применимости для рассчитываемой активной зоны с учетом различных путей циркуляции через реактор и распределения теплоносителя на входе в активную зону;
- анализ применимости использованных в расчетах эмпирических соотношений во всем диапазоне предстоящих режимов работы реактора;
- учет влияния частичного или полного разделения петель циркуляции теплоносителя.

4.4.4.3. Режим естественной циркуляции теплоносителя.

Следует приводить условия образования и поддержания режима естественной циркуляции теплоносителя.

4.4.4.4. Аналитические методы.

Необходимо подробно описывать аналитические методы и данные, использованные для определения скорости потока в системе циркуляции теплоносителя реактора. Описание должно включать классические закономерности и эмпирические зависимости, охватывающие как однофазный, так и двухфазный режимы циркуляции, если они предполагаются. Необходимо представлять оценку неопределенностей в расчетах и результирующую неопределенность при определении скорости потока в системе теплоносителя реактора.

Следует представлять описание аналитических приемов, использованных для расчета теплогидравлических характеристик активной зоны, включая оценки неопределенностей. Это описание должно учитывать гидравлическую неустойчивость, интенсивность потока нейтронов, наличие наиболее теплонапряженных каналов, влияние загрязнений и отложений, а также эксплуатацию с одной или более изолированными петлями циркуляции.

Необходимо приводить сведения об аттестации расчетных программ.

### *4.5. Испытания и проверки*

Необходимо представлять программы и методики испытаний и проверок, которые должны использоваться для подтверждения расчетных характеристик активной зоны и системы циркуляции теплоносителя ядерного реактора в течение всей кампании активной зоны. Допускаются ссылки на соответствующие подразделы раздела 12 ООБ.

Следует приводить:

- требования к КИП и аппаратуре, которая должна применяться для контроля и измерений тепловых и гидравлических параметров, важных для обеспечения безопасности;
- требования к КИП и аппаратуре, датчики которой расположены внутри активной зоны и в трактах контуров, предназначенных для подтверждения прогнозируемых

распределений удельной мощности и температуры твэлов, замедлителя и энергетических характеристик реактора;

- характеристики применяющейся в РУ аппаратуры для контроля вибрации и нарушения крепления деталей оборудования;
- методики определения недопустимой вибрации и случаев ослабления крепления деталей.

### *4.6. Материалы, используемые при изготовлении реактора*

4.6.1. Материалы корпуса и крышки реактора.

Следует приводить данные, подтверждающие, что материалы, методы изготовления и контроля корпуса реактора отвечают требованиям норм и правил.

4.6.1.1. ТУ на материалы.

Перечислять материалы корпуса и крышки реактора, а также материалы оборудования, контактирующего с корпусом реактора. Указывать ТУ на материалы.

Указывать критерии выбора материалов и приводить обоснование их выполнения.

4.6.1.2. Технология изготовления.

Описывать принципиальную технологию изготовления составных частей корпуса и крышки и их сборки с указанием режимов термообработки и типа сварки с указанием НД.

При использовании нестандартных или специальных технологических приемов следует подробно показывать, что их применение не скажется на целостности корпуса и крышки реактора.

4.6.1.3. Методы неразрушающего контроля.

Подробно описывать методы обнаружения поверхностных и внутренних дефектов, давать ссылки на методики, программу контроля качества с указанием соответствующих НД.

4.6.1.4. Специальные методы контроля углеродистых и аустенитных нержавеющих сталей.

Требования п. 4.6.1.4 аналогичны требованию п. 4.6.1.3. В случаях, если НД, метод и объем контроля рекомендуется вы-

брать из нескольких альтернативных вариантов, необходимо обосновывать выбранный вариант.

4.6.1.5. Сопротивление хрупкому разрушению.

Требования п. 4.6.1.5 аналогичны требованиям п. 4.6.1.4; кроме того, следует приводить график изменения температур корпуса и крышки реактора.

4.6.1.6. Контроль состояния материалов при эксплуатации.

Требования п. 4.6.1.6 аналогичны требованиям п. 4.6.1.5. Кроме того, необходимо приводить:

- описание программы контроля по образцам-свидетелям, давать характеристики образцов, их набор, предполагаемый график извлечения;
- схему размещения образцов в контейнере и контейнеров в реакторе, способ крепления контейнеров, обосновывать представительность размещения образцов (с точки зрения флюенса нейтронного потока облучения и температуры);
- на основе аттестационных испытаний материала ожидаемое влияние облучения на характеристики материала (например, сдвиг критической температуры хрупкости), расчеты на прочность, графическую характеристику.

4.6.1.7. Крепежные детали корпуса и крышки реактора.

Описывать материалы и конструкцию крепежных элементов корпуса и крышки реактора.

Указывать операции по неразрушающему контролю при изготовлении со ссылкой на программу контроля качества, вид, объем и периодичность контроля при эксплуатации.

4.6.2. Проектные пределы по давлению и температуре.

Следует давать обоснование принятых в проекте пределов по давлению и температуре для режимов нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации, проектных аварий, гидравлических испытаний.

4.6.2.1. Предельные значения.

Представлять предельные значения давления и температуры для следующих условий:

- предварительные гидравлические испытания на предприятии элементов первого контура;

- эксплуатационные испытания на герметичность и прочность первого контура;
- нормальная эксплуатация, включая скорости разогрева и расхолаживания.

В ООБ на стадии проектирования следует приводить установленные в проекте значения температуры и давления.

В ООБ включать результаты испытаний материалов на прочность и представлять предельные значения температуры и давления, основанные на полученных характеристиках, а также показывать прогнозируемое влияние облучения. Описывать исходные данные, используемые для прогноза.

4.6.3. Целостность корпуса и крышки реактора.

Давать информацию о целостности корпуса и крышки, не приведенную в других разделах. При этом указывать (со ссылкой на проведенный анализ) значение вероятности разрушения корпуса и крышки реактора и факторы, способствующие сохранению его целостности, а также организацию проектанта реактора и организацию-изготовителя, уровень их опыта.

Следует показывать, что корпус реактора с крышкой выдерживает без разрушения статические и динамические нагрузки при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, при проектных авариях в течение всего срока службы.

4.6.3.1. Проект.

Приводить принятые при разработке проекта принципы и критерии проектирования. Указывать класс безопасности в соответствии с Основными положениями обеспечения безопасности ЯЭУ судов.

Приводить краткое описание конструкции, ее эскиз с обозначением составных частей, материалов, отдельно выделять особенности конструкции и методов изготовления. Указывать использованные при разработке конструкции НД, приводить обоснования выполнения принципов и критериев проектирования.

4.6.3.2. Методы изготовления.

Указывать принятые методы изготовления, показывать выполнение требований норм и правил. Описывать опыт эксплуатации корпусов и крышек, изготовленных по этим методам.

4.6.3.3. Требования к контролю.

Указывать проектные требования к контролю целостности корпуса и крышки; там, где проектные требования назначаются проектной организацией, давать обоснование их назначения. Описывать методы контроля, принятые проектной организацией в дополнение к определенным НД. Описывать, каким образом фиксируются результаты проверок исходного состояния корпуса и крышки.

4.6.3.4. Транспортирование и монтаж.

Указывать средства защиты корпуса и крышки реактора во время транспортирования, предохраняющие его от воздействия окружающей среды, в том числе от коррозии и повреждений, особенности транспортирования, допускаемые виды транспорта.

Приводить способы погрузки и разгрузки, приводить схему монтажа с указанием основных операций, включая установку корпуса на опоры.

4.6.3.5. Проектные пределы.

Указывать проектные пределы для нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации, обеспечивающие безопасность корпуса и крышки. Представлять обоснование обеспечения целостности корпуса и крышки для наиболее напряженных режимов.

Приводить основные этапы уплотнения и разуплотнения главного разъема корпуса с крышкой и другими разъемными соединениями, работающими под давлением, с указанием мер, обеспечивающих прочность и плотность соединений (порядок сборки, усилия затяжки, методы контроля и т. д.).

4.6.3.6. Контроль в процессе эксплуатации.

Давать описание порядка и объема инспекций корпуса и крышки реактора.

Приводить информацию об используемых средствах контроля, их характеристиках и опыте применения на аналогичных объектах, подтверждающем их приемлемость.

Указывать меры, обеспечивающие адекватность и сопоставимость контроля в разные периоды эксплуатации (включая входной и послемонтажный контроль).

4.6.4. Конструкционные материалы приводов СУЗ.

К приводам СУЗ следует относить все внешние электромеханические агрегаты и узлы вплоть до места соединения их с

рабочими органами СУЗ. Следует представлять перечень материалов и ТУ на них для каждой детали приводов СУЗ, информацию о механических свойствах с учетом режимов их работы, обоснование возможности использования этих материалов, сведения об их аттестации или об опыте их эксплуатации в аналогичных условиях.

4.6.5. Материалы внутрикорпусных устройств.

4.6.5.1. Следует представлять перечень материалов и ТУ на них для основных деталей внутрикорпусных устройств, информацию о механических свойствах материалов с учетом их условий работы, давать обоснования использования этих материалов, представлять данные об их аттестации.

4.6.5.2. Сварные соединения.

Необходимо представлять информацию о требованиях к сварке внутрикорпусных устройств и перечень НД, определяющих эти требования.

4.6.5.3. Неразрушающий контроль.

Следует описывать методики и средства неразрушающего контроля материалов, деталей и конструкций внутрикорпусных устройств, приводить перечень использованных НД.

4.6.5.4. Изготовление и обработка элементов внутрикорпусных устройств.

Необходимо представлять требования к механической и термической обработке материалов, программе их контроля и перечень использованных НД.

### *4.7. Проектное функционирование систем воздействия на реактивность*

4.7.1. Информация о СУЗ.

В информацию следует включать чертежи общего вида приводов СУЗ, кинематические схемы действия приводов, чертежи расположения приводов СУЗ, схем трубопроводов охлаждения и КИП и аппаратуры, описания и характеристики узлов, вспомогательного оборудования и их гидравлических систем. Описание приводов СУЗ по возможности должно соответствовать типовой структуре, приведенной в подразделе 1.4.

Необходимо показывать, что все оборудование, важное для безопасности, достаточно защищено от отказов по общей причине.

4.7.2. Испытания и контроль приводов СУЗ.

Следует представлять программы функциональных испытаний, включающие проверки ввода и извлечения всех групп КГ и АЗ, тепловые и гидравлические испытания, имитирующие эксплуатационные и аварийные режимы, которые СУЗ должна выдерживать.

Необходимо приводить программы ПНР, обосновывать цели и методики проведения испытаний, а также критерии приемки системы.

4.7.3. Информация о размещении приводов СУЗ.

В разделе следует включать схемы расположения приводов и оборудования в плане и на вертикальных сечениях.

4.7.4. Анализ работы систем воздействия на реактивность.

Следует представлять оценки функциональных характеристик систем совместного воздействия на реактивность в случае аварий.

# 5. СИСТЕМА ПЕРВОГО КОНТУРА И СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ СИСТЕМЫ

В разделе рассматриваются вопросы безопасности функционирования первого контура и сохранения его целостности при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, аварийных ситуациях и после постулированных исходных событий, не связанных с разгерметизацией первого контура. Герметичный первый контур представляет собой следующий за оболочкой твэлов барьер, ограничивающий распространение РВ.

Первый контур реализует перенос тепла от активной зоны к рабочей среде второго контура и включает в себя реактор, ЦНПК, ПГ, трубопроводы (если они есть), соединяющие перечисленные элементы.

Достоверность информации, приведенной в разделе, должна подтверждаться включенными в ООБ результатами анализов безопасности. Информация должна быть достаточно полной, и все необходимые анализы безопасности выполнены.

Следует представлять информацию об элементах первого контура и связанных с ним системах и показывающую, что система первого контура удовлетворяет требованиям НД, в том числе Основным положением обеспечения безопасности ЯЭУ судов и Правилам ядерной безопасности ЯЭУ судов.

Необходимо приводить перечень документов технического проекта, на основе которых написан раздел.

В разделе следует рассматривать элементы и системы, входящие в состав первого контура и связанные с ним системы:

- основной циркуляционный тракт теплоносителя;
- системы (или части систем), связанные с основным циркуляционным трактом, в пределах границы давления первого контура:
- корпус и крышка реактора;
- системы, обеспечивающие нормальное функционирование основного циркуляционного тракта первого контура:
- компенсации давления;
- нормального расхолаживания реактора;
- аварийного расхолаживания и аварийного охлаждения активной зоны;

- газа высокого давления;
- второго, третьего и четвертого контуров;
- предотвращения переопрессовки первого контура и ПГ;
- очистки теплоносителя.
- вспомогательные системы:
- подпитки первого контура;
- воздухоудаления, отбора проб и дренажа;
- загрузки, выгрузки сорбентов фильтра активности;
- ввода жидкого поглотителя;
- обнаружения неплотности в оборудовании первого контура;
- арматура первого контура;
- крепления и компенсаторы температурных расширений протяженных магистралей.

Разделительные элементы (опоры, амортизаторы, ограничители перемещений и т. д.) между элементами первого контура и судовыми (фундаментными) конструкциями рассматриваются в составе каждой системы.

Примечание. Полный набор систем и элементов определяется конкретным проектом.

### *5.1. Краткое описание*

5.1.1. Первый контур и связанные с ним системы.

В подразделе необходимо показывать, как выполняется основная функция безопасности первого контура – отвод тепла от активной зоны достаточным количеством теплоносителя надлежащего качества при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, проектных авариях с соблюдением эксплуатационных пределов и пределов безопасности, в том числе пределов повреждения оболочек твэлов, и приводить перечень постулированных исходных событий.

Необходимо представлять:

- информацию о конструкции, результатах анализа безопасности систем и элементов первого контура;
- описание и назначение первого контура, его основных элементов и связанных с ним систем. В описании следует выделять элементы, выполняющие самостоятельные функции, а также функции безопасности каждого элемента и системы;

- таблицы расчетных и рабочих (эксплуатационных) характеристик;
- принятые в проекте критерии и принципы безопасности;
- ссылки на ведомости проекта систем и элементов первого контура;
- информацию о проведенных при проектировании расчетах, перечень экспериментальных работ и анализ результатов экспериментов;
- ссылки на другие разделы ООБ, в которых приведены более подробные требования к отдельным системам и элементам первого контура;
- описание всех установленных на трубопроводах и оборудовании элементов для восприятия нагрузок, возникающих при морском волнении, статическом крене, дифференте и других внешних воздействиях;
- сведения о том, что проектом предусмотрено получение оператором информации:
- о нарушениях условий нормальной эксплуатации первого контура;
- о достижении эксплуатационных пределов и (или) пределов безопасной эксплуатации или текущих значений параметров.

В подразделе показывать, что:

- проектом предусмотрен контроль температуры, давления в первом контуре и уровня в компенсаторах объема при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, аварийных ситуациях и проектных авариях;
- все системы и элементы первого контура проектировались с учетом возможности выдерживать в течение всего срока эксплуатации неблагоприятные условия окружающей среды (давление, температура, влажность, радиация, качка, ударные нагрузки и т.д.), возникающие при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, аварийных ситуациях, проектных авариях и их последствиях;
- имеется возможность дренажа радиоактивного теплоносителя при отсутствии (наличии) застойных зон, возможности заполнения водой и газоудаления из системы. Показывать, что первый контур спроектирован так,

что обеспечивается доступ к оборудованию для проведения дезактивации, инспекций, работ по техническому обслуживанию и ремонту, а дозы облучения персонала не превышают установленных проектом пределов.

5.1.2. Принципиальная технологическая схема.

Следует представлять принципиальную технологическую схему первого контура с указанием границы первого контура и всех основных элементов, величин рабочего давления, температур, расходов и объема теплоносителя в стационарном режиме работы установки на полной мощности. На схеме должны указываться все подключенные к первому контуру системы, способы подключения и отключения их от первого контура. Это важно для систем с нерадиоактивными средами и систем с меньшим, чем в первом контуре, рабочим давлением.

Необходимо представлять трассировку трубопроводов в пределах реакторного отсека в изометрическом изображении.

5.1.3. Система газа высокого давления.

Приводить значения основных параметров, при которых включаются в работу основные и резервные группы, их характеристики и эффективность при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации и аварийных ситуациях. Указывать резервирование элементов систем и запасов газа, а также в случаях потери газа - состояние системы при проектных авариях. Информацию приводить по схеме, указанной в п. 5.2.2.

5.1.4. Схема КИП и аппаратуры.

Представлять схему КИП и аппаратуры первого контура и связанных с ним не отключаемых систем, находящихся в зоне давления первого контура. Приводить перечень аппаратуры КИП для измерений давления, температуры, расхода, уровня, химического состава воды и газа, а также контроля расхода воды и герметичности первого контура с указанием класса точности приборов.

5.1.5. Чертежи общего вида системы первого контура.

Представлять чертежи общего вида с указанием взаимного расположения оборудования и основных размеров элементов первого контура, относительно опорных и окружающих конструкций, на которых показано обеспечение возможности обслуживания и инспекций. Если проектом предусмотрена биологическая защита, ее следует показывать.

### *5.2. Целостность (прочность и плотность) границ давления первого контура*

В подразделе необходимо представлять обоснование принятых в проекте мер по обеспечению прочности и плотности оборудования и трубопроводов первого контура.

Следует показывать, что все оборудование и трубопроводы выдерживают без разрушения статические и динамические нагрузки.

5.2.1. Соответствие нормам и правилам.

Необходимо представлять таблицу, показывающую соответствие требованиям норм и правил, надзор за соблюдением которых осуществляет Госатомнадзор России.

5.2.2. Система защиты первого контура от превышения давления.

Следует представлять перечень элементов, выполняющих функции защиты от превышения давления в первом контуре.

В подразделе следует перечислять все меры и способы защиты систем первого контура от превышения давления сверх проектных пределов при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, аварийных ситуациях и проектных авариях.

Необходимо приводить ссылки на другие разделы ООБ, в которых следует описывать отдельные системы и элементы, обеспечивающие защиту первого контура от разрушения. Информацию об отдельных системах следует давать по схеме, приведенной в разделе "Общие положения".

5.2.2.1. При обосновании безопасности необходимо показывать, какие технические меры приняты для уменьшения вероятности разрыва трубопроводов, поломки оборудования с отрывом деталей.

При этом необходимо приводить:

5.2.2.1.1. Критерии разрушения трубопроводов.

Данные о потенциально возможных местах концентраций напряжений разрыва трубопроводов, а также зоны, где существует потенциальная опасность нанесения ущерба смежному оборудованию, важному для безопасности.

Для низкотемпературного режима приводить данные проекта, подтверждающие, что давление в элементах первого контура при низких температурах (ниже рабочей) ограничивается

такими значениями, при которых исключается хрупкое разрушение, или давление соответствует тому уровню напряжений, которое допускается для данного уровня температур.

5.2.2.1.2. Анализ последствий разрушения трубопроводов.

В подразделе должны представляться результаты анализа последствий разрушений трубопроводов, в которых рассматривать воздействия на смежное оборудование:

- температурные, давления, струй воды и пара на разрушенный трубопровод и на присоединенные к нему агрегаты;
- нагрузок от кинетической энергии струй на смежное оборудование и трубопроводы, обусловленные выбросом воды и пара;
- реактивных нагрузок, приводящих к вибрации и биению труб, в которых имеется разрушение;
- повреждений, наносимых летящими телами;
- влажности и радиации;
- затопления оборудования, важного для безопасности.

В случае применения концепции "Течь перед разрушением" указывать, для каких трубопроводов она применяется, и давать ссылку на документ, обосновывающий ее применение.

5.2.2.1.3. Защита от последствий разрушения трубопроводов.

Необходимо излагать методы, использованные в проекте для физического разделения трубопроводов и ограничениях перемещений с целью доказательства того, что:

- разрыв одного трубопровода первого контура не ведет к разрыву другого, который необходим для смягчения последствий аварии;
- разрыв трубопровода, не относящегося к первому контуру, не является причиной аварии с потерей теплоносителя;
- разрыв трубопровода первого контура не вызовет разрушение защитной оболочки;
- выброс теплоносителя не препятствует работе на постах управления и не мешает системам, используемым для ликвидации последствий аварии.

5.2.2.2. Необходимо приводить:

- описание способов защиты первого контура от превышения давления;

- результаты расчетов этих нагрузок и результирующих напряжений;
- результаты анализа, показывающие влияние на характеристики системы изменений режимов эксплуатации, параметров и рабочих характеристик оборудования.

5.2.2.3. Испытания и проверки.

Указывать испытания и проверки, которые должны выполняться до начала эксплуатации, во время пуска РУ для подтверждения функциональных характеристик и в процессе эксплуатации.

5.2.3. Материалы первого контура.

Следует представлять данные, подтверждающие, что материалы, методы изготовления и контроля элементов зоны давления первого контура отвечают требованиям норм и правил, действующих в атомном судостроении.

5.2.3.1. ТУ на материалы.

Представлять перечень технических условий на ферритные и аустенитные нержавеющие стали, цветные металлы, в том числе титановые (если они применяются), из которых изготовляются элементы первого контура, включая крепеж, а также сварочные и наплавочные материалы.

Необходимо показывать, каким образом при выборе материала первого контура учитываются перечисленные ниже свойства материалов, в значительной мере влияющие на обеспечение целостности границы давления:

- химическая совместимость с теплоносителем;
- совместимость с материалом контактирующих с контуром давления элементов (теплоизоляция, опоры, покрытия, детали узлов уплотнения и т. д.);
- циклическая и длительная прочности и ползучесть;
- коррозионные (включая коррозию под напряжением), коррозионно-циклические и эрозионные характеристики;
- радиационные повреждения (для сталей, подвергающихся нейтронному облучению);
- стойкость к образованию трещин;
- сопротивление хрупкому разрушению;
- технологичность в производстве;
- активация под действием облучения;
- поведение в аварийных ситуациях.

Следует приводить данные о наличии в используемых сталях химических элементов, неблагоприятно влияющих на их эксплуатационные характеристики (например, содержание кобальта в никельсодержащих сталях; меди, никеля и фосфора в корпусной стали; углерода, серы, фосфора и кремния в углеродистых сталях и т. д.), а также о мерах по ограничению применения таких материалов.

5.2.3.2. Совместимость конструкционных материалов с теплоносителем первого контура.

Представлять следующую информацию, относящуюся к совместимости теплоносителя первого контура с конструкционными материалами и внешней теплоизоляцией зоны давления:

- химический состав теплоносителя первого контура со ссылкой на соответствующий нормативный документ и указанием ожидаемых изменений химического состава при различных режимах работы реактора, предельно допустимого содержания хлоридов, фтористых соединений, кислорода, водорода и растворимых продуктов коррозии;
- совместимость конструкционных материалов с теплоносителем первого контура с указанием перечня конструкционных материалов, соприкасающихся с теплоносителем первого контура, и описанием совместимости материалов с теплоносителем, примесями и продуктами радиолиза, с которыми они могут оказаться в контакте. Если с теплоносителем первого контура соприкасаются неметаллические материалы, то давать описание совместимости этих материалов с теплоносителем;
- совместимость конструкционных материалов с внешней теплоизоляцией первого контура с указанием перечня конструкционных материалов первого контура, имеющих теплоизоляцию, и описанием их совместимости с внешней теплоизоляцией, особенно в случае утечки теплоносителя. Представлять информацию о неметаллической теплоизоляции аустенитной нержавеющей стали, показывающую, будет ли концентрация хлоридов, фтористых соединений, натрия и силикатов в теплоизоляции находиться в допустимых пределах, приводить обоснование этих пределов.

5.2.3.3. Изготовление и обработка элементов из углеродистых сталей.

Приводить информацию об изготовлении и обработке углеродистых и низколегированных сталей, в частности:

- выполнение технологического процесса изготовления полуфабрикатов и изделий в соответствии с сопроводительной документацией;
- описание операций неразрушающего контроля всех элементов, находящихся в зоне давления первого контура. Давать ссылку на ПОК.

5.2.3.4. Изготовление и обработка аустенитных нержавеющих сталей.

Приводить информацию об изготовлении и обработке изделий из аустенитных нержавеющих сталей, используемых в элементах первого контура:

- об особенностях технологического процесса обработки изделий (ковка, сварка, термообработка), предотвращающих растрескивание вследствие коррозии под напряжением, а также ограничения по ферритной фазе. Указывать методы контроля, применяемые при изготовлении и позволяющие обнаруживать в изделиях коррозию под напряжением;
- о контроле технологических процессов в целях уменьшения контакта со средами, способными вызвать коррозию под напряжением. Меры защиты поверхности элементов от загрязнений и повреждений, способствующих коррозионному растрескиванию (от этапа изготовления до окончания монтажа);
- о характеристиках и механических свойствах деформированных в холодном состоянии аустенитных нержавеющих сталей для элементов первого контура и допустимой степени их деформации;
- о мерах предотвращения горячего растрескивания во время сварки и сборки. Указывать требования к сварочным материалам. Показывать соответствие технологии сварки, включая ремонт швов и контроль (в том числе аттестацию сварщиков), требованиям норм и правил, действующих в атомном судостроении;

- об операциях неразрушающего контроля элементов первого контура, давать ссылку на программу контроля качества.

5.2.3.5. Связи со вторым контуром.

Необходимо приводить:

- технически возможное количество теплоносителя, перетекающего во второй контур при межконтурной течи в ПГ;
- минимальный объем воды и максимальный объем пара в ПГ при нормальной эксплуатации.

5.2.3.6. Эксплуатационные проверки и испытания первого контура.

Следует приводить описание программы эксплуатационного контроля и испытаний элементов первого контура. Описание должно содержать:

- границы систем, подвергающихся контролю, включая опоры и элементы крепления;
- расположение систем и элементов с учетом обеспечения доступа для их контроля;
- способы и методы контроля;
- периодичность контроля;
- требования программы эксплуатационного контроля;
- способы оценки результатов контроля;
- периодичность и порядок гидравлических испытаний (на прочность и плотность).

Указывать специфику эксплуатационных проверок и испытаний отдельных элементов первого контура и давать ссылки на соответствующие разделы проекта.

5.2.4. Определение течей через границы давления первого контура.

Описывать систему определения течей в соответствии со схемой, приведенной в п. 5.2.2.

Представлять описание применяющихся способов определения течей, чувствительности и времени срабатывания, а также надежности функционирования приборов и оборудования, указывать минимальную величину течей, которая может быть обнаружена с помощью применяемых способов.

Кроме того, представлять системы (способы), которые используются для сигнализации и служат косвенными указателями наличия течей.

Показывать сочетанием, каких способов (систем), предусмотренных в проекте, определяется место течи.

Описывать программу обработки сигналов от датчиков, обеспечивающую оператору представление надежной информации о месте и величине течи.

Описывать методики испытаний систем определения течей первого контура.

### *5.3. Элементы первого контура и связанных с ним систем*

В подразделе следует приводить информацию об элементах, входящих в границы давления первого контура и связанных с ним систем. Она должна быть достаточной для оценки их влияния на безопасность судна в целом и включать назначение элементов и систем, критерии проектирования, характеристики и описание конструкции, оценку выполнения принятых критериев проектирования.

Указывать аналог элемента (или системы), опыт эксплуатации которого известен, описаны отличия от аналога и пояснения, почему они вводятся.

Если элемент (или система) полностью заимствован из других установок или используются серийные изделия, следует показывать, что они по техническим характеристикам, режимам и условиям эксплуатации соответствуют требованиям рассматриваемой РУ.

В том случае, если элемент (или система) представляет собой новую разработку, приводить обоснование ее необходимости.

Описывать ПОК, действие которых распространяется на данный элемент (или систему). Показывать, как влияют повреждения и отказы элементов на безопасность РУ, с выделением тех отказов, последствия которых требуют специального анализа.

Поскольку для различных типов РУ количество элементов первого контура и систем, связанных с ним, может отличаться, заявитель должен сам определять набор этих элементов и систем для конкретного типа ЯЭУ и подразделы для каждого элемента и системы в зависимости от их особенностей. Однако в любом случае для каждого элемента или системы, связанных с

первым контуром, следует приводить, кроме указанной выше информации, расчетное обоснование, описание, необходимые испытания, дезактивацию и инспекции, давать оценку элементов или системы в целом. Следует учитывать особенности обслуживания, связанные с уровнем радиации.

Ниже приводятся требования к конкретной информации, которую следует представлять в ООБ в дополнение к указанной в настоящем подразделе. Эта информация должна отражать особенности отдельных элементов первого контура.

5.3.1. Циркуляционные насосы первого контура.

В объем представляемой информации следует включать сведения о конструкции и характеристиках ЦНПК, а также описание вспомогательных систем ЦНПК, их характеристики, критерии проектирования с обоснованием их выполнения. Давать краткое описание КИП и аппаратуры ЦНПК, вспомогательных систем с перечнем защит и блокировок, ограничивающих условия эксплуатации ЦНПК.

5.3.2. Парогенераторы.

Информацию следует представлять в виде, приведенном в п. 5.2.2. Кроме того, в состав характеристик ПГ следует включать расчетные пределы уровня радиоактивности во втором контуре ПГ в режимах нормальной эксплуатации, приводить обоснование этих пределов.

Следует рассматривать радиационные последствия разрыва теплообменных трубок, коллектора ПГ и других проектных аварий, связанных с течью из первого контура во второй.

Представлять проектные критерии по предотвращению недопустимых повреждений теплообменных трубок ПГ (вследствие вибрации, коррозионных повреждений и т. д.) и обосновывать их выполнение в проекте.

В расчетном обосновании приводить:

- расчетные условия и допущения, перечень рассмотренных режимов эксплуатации (из числа режимов нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации и аварийных), являющихся определяющими для оценки прочности теплообменных трубок, мест их заделки в коллекторах;
- результаты расчетов и экспериментов, подтверждающие, что принятый уровень интенсивности напряжений обеспечивает надежную работу ПГ;

- доказательства сохранения целостности теплообменных трубок, коллекторов ПГ при проектных авариях с большими течами (разрывом) трубопроводов первого и второго контуров вне ПГ;
- запас теплообменной поверхности.

5.3.2.1. Материалы ПГ.

Следует приводить информацию о выборе материалов, с учетом специфических особенностей ПГ и технологии его изготовления, влияющих на требования к материалам (например, наличие зоны раздела паровой и водяной среды, пульсации температур, конструкция и способ заделки теплообменных трубок и т. д.). Показывать, каким образом эти особенности учитываются при выборе материалов (например, необходимость улучшения характеристик материалов по трещиностойкости, коррозионной стойкости).

Приводить информацию об особенностях конструкции ПГ (если они имеются), которые могут повлиять на изменение свойств материалов в процессе эксплуатации.

Обосновывать совместимость материалов ПГ с теплоносителем первого и второго контуров. Кратко описывать технологию изготовления основных элементов ПГ. Описывать способы очистки теплообменной поверхности при изготовлении и методы контроля чистоты. Обосновывать выбор материала теплообменных трубок, приводить требования к состоянию поверхности, термообработке, их коррозионной стойкости и другим параметрам, важным для обеспечения работоспособности трубок.

Приводить описание способа транспортирования ПГ, мер, принятых в проекте для исключения повреждения элементов ПГ при транспортировании и монтаже, необходимость и способ консервации теплообменной поверхности, контроль консервации и чистоты внутренней поверхности при хранении, монтаже и окончательной сборке на судостроительном предприятии. Кратко описывать порядок монтажа ПГ.

5.3.2.2. Контроль и обслуживание ПГ в процессе эксплуатации.

Описывать принятые в проекте ПГ меры по обеспечению контроля состояния его элементов в процессе эксплуатации.

Приводить подробное описание способов и методов контроля теплообменных трубок. Оценивать трудоемкость контроля и связанные с ним дозозатраты.

Приводить описание оборудования, используемого для контроля, точности контроля, методов регистрации, критериев оценки, периодичность контроля, мер, принимаемых при обнаружении дефектов, в том числе способов устранения дефектов теплообменных трубок.

Описывать наиболее важные операции по обслуживанию ПГ при эксплуатации, в том числе способ очистки теплообменных трубок для восстановления их теплопередающей способности, дезактивации, приводить характеристики водно-химического режима второго контура и предусмотренные проектом меры по его обеспечению. Указывать ограничения по водному режиму, при нарушении которых эксплуатация ПГ не допускается.

5.3.3. Трубопроводы, содержащие теплоноситель первого контура.

Необходимо представлять информацию о трубопроводах, находящихся во время работы под давлением первого контура (неотключаемая часть первого контура).

Информацию следует представлять в виде, приведенном в п. 5.2.2.

При описании трубопроводов необходимо делать соответствующие ссылки на информацию о критериях, методах и материалах, приведенных в разделе 5.2.3.

При составлении общего описания следует показывать меры по контролю факторов, способствующих растрескиванию нержавеющей стали из-за коррозии под напряжением.

При использовании в проекте концепции "Течь перед разрушением" следует приводить НД, обосновывающие ее применение.

5.3.4. Арматура, локализующая оборудование второго и третьего контуров.

Давать описание и технические характеристики локализующей арматуры второго и третьего контуров, отсекающей оборудование от первого контура при межконтурных течах.

5.3.5. Система аварийного расхолаживания.

Необходимо перечислять все примененные в проекте способы (системы) отвода остаточных тепловыделений от активной зоны с указанием их функций.

Подробная информация должна представляться для систем, отводящих тепло от первого контура при авариях.

При изложении информации следует руководствоваться ее схемой по системам и оборудованию, приведенной в п. 5.2.2.

5.3.6. Компенсатор давления.

При изложении информации следует руководствоваться схемой систем и оборудования, приведенной в п. 5.2.2.

5.3.7. Арматура.

Приводить информацию о запорной, локализующей и регулирующей арматуре связанных с первым контуром систем. Схема представления информации – в соответствии с п. 5.2.2.

5.3.8. Опорные конструкции основных элементов.

Приводить эскизы и краткое описание опорных конструкций реактора, ПГ и ЦНПК с указанием нагрузок, на которые рассчитаны опорные конструкции.

# 6. ПАРОТУРБИННАЯ УСТАНОВКА

В настоящем разделе следует приводить информацию о ПТУ, в том числе:

- состав ПТУ, его основное оборудование и системы. Часть оборудования ПТУ и ее систем необходимо рассматривать как СВБ. Системы и элементы ПТУ обеспечивают аварийное расхолаживание ЯЭУ, а также аварийное охлаждение активной зоны (проливку реактора), подпитку первого контура и должны рассматриваться как ЗСБ и ОСБ.

Необходимо представлять информацию об устройствах и системах ПТУ, включая конденсатор, системы главного, вспомогательного пара и травления, продувания, отсоса и отвода паровоздушной смеси, конденсатно-питательной, приема и перекачки питательной воды, циркуляции забортной воды, масляной и других, влияющих на безопасность РУ.

## *6.1. Турбоагрегат*

6.1.1. Проектные основы.

6.1.1.1. Назначение и функции.

Следует показывать функции турбоагрегата при его нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, аварийных ситуациях и авариях, его влияние на РУ, а также приводить обоснование и определять класс безопасности турбоагрегата, перечень НД, в соответствии с которыми он разрабатывался.

6.1.1.2. Проектные режимы и исходные данные.

Необходимо приводить требования к маневренности с указанием допустимого количества пусков за срок службы (из холодного, горячего состояния, плановые и неплановые остановы, сброс нагрузки до холостого хода, разгрузка до нижнего предела регулировочного диапазона с последующим нагружением), расчетную продолжительность пусков из различных тепловых состояний от момента подачи пара в турбоагрегат до номинальной нагрузки; регулировочный диапазон автоматического изменения мощности; отклонение частоты вращения ротора в регулируемом диапазоне и аварийных условиях.

Следует описывать номинальные характеристики всех режимов работы турбоагрегата, включая условия пуска и остановки.

6.1.1.3. Технологическая система и конструктивное исполнение.

Приводить описание работы схемы цикла пар – конденсат с указанием принятых конструкторских решений о компоновке основных элементов и указанием назначения элементов и систем, краткое описание режимов работы, функций безопасности, выполняемых элементами.

6.1.1.4. Требования к компоновке.

Необходимо обосновывать компоновку турбоагрегата, показывать на чертежах расположение и ориентацию турбоагрегата, зоны возможного выброса летящих тел от ротора агрегата, размещение оборудования в машинном отделении.

6.1.2. Проект турбоагрегата.

Следует обосновывать основные принципы проектирования и требования к компоновочным решениям.

6.1.2.1. Конструкция турбоагрегата.

Необходимо приводить обоснование технологической схемы и конструкции турбоагрегата, в том числе системы контроля за превышением скорости вращения ротора турбоагрегата, включая обоснование резервирования органов контроля и управления, использованного типа регулятора предельного числа оборотов. Приводить описание конструкции турбоагрегата, тип регулирующих клапанов, вибрационные характеристики лопаток и способы соединения их с венцами ротора, опорных и упорных подшипников, вибрационные характеристики ротора в сборе. К описаниям необходимо прилагать чертежи компоновки ПТУ (планы и разрезы), схемы цикла пар – конденсат, маслоснабжения, управления, защиты и сигнализации с указанием параметров контроля, их связи с ЦПУ.

Приводить перечни исходных событий.

6.1.2.2. Элементы.

Давать обоснование классификации по безопасности элементов турбоагрегата, проводить прочностные характеристики элементов проточной части турбоагрегата, информацию:

- о программах, использованных для оценки прочности лопаточного аппарата;

- по сведениям о хрупкой прочности ротора, результатам расчетов дисков ступеней ротора турбины;
- по сведениям о прочностных характеристиках (максимальным тангенциальным и радиальным напряжениям и районом их локализации).

Приводить описание расчетных программ.

6.1.2.3. Используемые материалы.

Необходимо включать сведения о материалах, примененных для изготовления деталей турбоагрегата, ротора, дисков, рабочих лопаток, механических свойствах, сведения о характеристиках сопротивления разрыву материала ротора.

6.1.2.4. Защита от недопустимого превышения давления.

Необходимо кратко обосновывать выбранные средства защиты турбины от недопустимого превышения давления и описывать принципы их работы.

6.1.2.5. Защита от превышения скорости.

Следует приводить обоснование системы защиты турбины от превышения скорости вращения, методов резервирования, оценки надежности элементов и системы в целом, порядка проведения контроля и испытаний.

6.1.2.6. Вывод из действия ПТУ.

Давать обоснования способов и условий вывода из действия ПТУ, описывать состояние турбоагрегата после вывода из действия.

6.1.3. Управление и контроль работы ПТУ.

6.1.3.1. Защиты и блокировки.

Следует описывать защиты и блокировки, влияющие на аварийную защиту реактора, предупредительную защиту (при их наличии), экстренное снижение мощности РУ.

6.1.3.2. Точки контроля.

При описании точек контроля необходимо давать ссылку на технологическую схему, где показаны все точки контроля.

6.1.3.3. Пределы и условия безопасной эксплуатации.

Необходимо обосновывать условия безопасной эксплуатации турбоагрегата, вызывающие экстренное снижение мощности реактора.

6.1.4. Испытания и проверки.

Следует приводить описание мер по обеспечению качества турбоагрегата и его оборудования при изготовлении, строительстве и монтаже.

Необходимо представлять объем и методики входного контроля, предпусковых наладочных испытаний и их метрологического обеспечения.

6.1.5. Анализ проекта.

6.1.5.1. Показатели надежности.

Следует обосновывать показатели надежности турбоагрегата, его оборудования, результаты качественного и количественного анализов надежности. Расчет показателей надежности должен быть комплексным для ПТУ с учетом связанных систем.

Если для обоснования надежности проводились эксперименты, то необходимо приводить краткие сведения об их результатах.

Объем информации о показателях надежности оборудования и о программах расчета должен быть достаточен для выполнения независимых альтернативных расчетов.

6.1.5.2. Нормальная эксплуатация.

Необходимо давать краткое обоснование всех режимов нормальной эксплуатации турбоагрегата (пуск, работа под нагрузкой и останов), выделяя факторы, влияющие на работу РУ. В частности, следует отражать эффекты внезапного сброса нагрузки и возможные переходные процессы, при этом показывая работу системы регулирования турбоагрегата и защиты его от разгона.

Описывать основные действия персонала при работе турбоагрегата в случае нарушений нормальной эксплуатации, при аварийных ситуациях и авариях.

6.1.5.3. Функционирование турбоагрегата при нарушениях нормальной эксплуатации.

Приводить информацию о качественном анализе возможных отказов элементов турбоагрегата и его систем.

Показывать варианты восстановления работы турбоагрегата за счет резервирования в системах или его временной работы при выключенном оборудовании.

Рассматривать функционирование ПТУ при нарушениях нормальной эксплуатации, отклонениях от нормальной эксплуатации в связанных с турбоустановкой систем.

6.1.5.4. Анализ последствий нарушений нормальной эксплуатации.

Следует представлять анализ отказов, исходных событий и аварий, приводящих к увеличению или снижению (вплоть до

полного прекращения) расхода питательной воды и пара, увеличения и снижения давления во втором контуре, увеличения или снижения температуры питательной воды, а также перечень исходных событий, приводящих к аварийным ситуациям и авариям.

Показывать функционирование ПТУ при аварийных ситуациях и авариях с учетом работы ее элементов.

6.1.5.5. Функционирование ПТУ при внешних воздействиях.

Отражать состояние (работа или останов) турбоагрегата при всех внешних воздействиях (качка, попадание льда в циркуляционные трассы, посадка на мель), обосновывать уровень внешних воздействий, при которых турбоагрегат должен быть остановлен.

6.1.5.6. Оценка проекта.

На основании качественных анализов, сведений о возможных экспериментах и количественных показателях надежности турбоагрегата необходимо давать оценку проекта.

Следует показывать выполнение требований НД по безопасности и технических условий на поставку.

### *6.2. Требования к системам, связанным с турбоагрегатом*

Необходимо перечислять системы, функционально связанные с турбоагрегатом, в том числе систему паропроводов свежего пара с травлением на главный конденсатор, отработавшего пара, конденсатную, питательную системы, продувания паропроводов, систему отсоса из уплотнений и удаления паровоздушной смеси, приема и перекачки питательной воды, масляную, систему приема, перекачки и выгрузки масла, систему поддержания водно-химического режима второго контура, охлаждения забортной водой. Приводить функциональные назначения систем, показывать их связи с другими системами. Описания систем, выполняющих функции СВБ, необходимо представлять согласно структуре, приведенной в подразделе 1.4, при этом по каждой системе показывать влияние на работу ПТУ и отказы, влияющие на РУ.

Системы, не выполняющие функции СВБ, необходимо описывать по структуре:

- проект системы, назначение и описание, анализ проекта системы, показывать, что система не требуется для обеспечения безопасности.

### *6.3. Обоснование работоспособности элементов системы*

Следует приводить обоснование прочности, устойчивости и работоспособности элементов систем (трубопроводов, насосов, задвижек, основной арматуры, предохранительных и разгрузочных клапанов) при природных и техногенных воздействиях.

В соответствии с классификацией элементов каждой системы и нагрузками необходимо представлять результаты расчетов, подтверждающие прочность, устойчивость и работоспособность указанных элементов для всех проектных режимов их работы.

В случае применения серийного оборудования следует указывать значения отклонений характеристик проектных режимов работы от приведенных в технических условиях на поставку.

# 7. КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ

В разделе должны рассматриваться системы, средства контроля и управления ЯЭУ в условиях нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации, включая аварии, когда требуется защита технологического оборудования, персонала судна, населения и окружающей среды от возможных радиоактивных выбросов.

Требования к информации, представляемой в настоящем разделе, распространяются на системы и элементы, важные для безопасности ЯЭУ, выполняющие функции контроля и управления для обеспечения безопасности.

Рассматриваются требования к информации по аспектам управления, которые связаны с обоснованием безопасности систем управления реактором в нормальных режимах эксплуатации, при нарушениях нормальных режимов, включая проектные аварии, систем аварийной защиты реактора, систем отображения информации оператору, важной для безопасности, систем контроля и управления, важных для безопасности, и других систем нормальной эксплуатации, отказы которых не влияют на безопасность ЯЭУ.

Требования к информации касаются и аспектов безопасности, имеющих отношение к организации управления ЯЭУ оперативным персоналом и его функциям, связанным с безопасностью.

Информацию следует представлять в объеме и со степенью детализации, необходимыми для обоснования принятых в проекте технических и организационных решений по обеспечению безопасности.

Требования распространяются как на системы и средства, выполняющие функции контроля и управления с применением обычных стандартных технических средств контроля и автоматизации, так и на автоматизированные системы управления, использующие управляющие вычислительные машины, информационно-вычислительные системы, микропроцессорную технику.

### *7.1. Основные цели контроля и управления*

7.1.1. Определение систем, средств контроля и управления, важных для безопасности.

Следует перечислять все системы контроля и управления, важные для безопасности, а также сигнализацию и связь, которые выполняют функции контроля и управления в обеспечение достижения следующих целей:

- обеспечение безопасности нормальной эксплуатации ЯЭУ;
- предотвращение нарушений пределов и условий безопасной эксплуатации;
- предотвращение нарушений нормальной эксплуатации и проектных аварий;
- ослабление последствий запроектных аварий;
- возвращение ЯЭУ в контролируемое состояние при нарушениях нормальной эксплуатации и проектных авариях;
- организация управления персоналом и оповещения при нормальной эксплуатации и авариях.

Необходимо указывать наименования и обозначения всех средств контроля и измерения в соответствии с документацией проекта и ТУ.

Приводить классификацию этих систем и средств по назначению и характеру выполняемых ими функций, указывать, какие системы и средства разрабатываются вновь, а также используемые стандартные серийные и апробированные системы и средства.

7.1.2. Основные принципы и критерии безопасности.

Следует перечислять все исходные данные для анализа, принципы, критерии, нормы и правила безопасности, стандарты, руководства и другие документы, которые учитывались при проектировании систем, для достижения целей, приведенных в п. 7.1.1.

Необходимо показывать соответствие систем требованиям норм и правил безопасности.

Описывать выполнение требований других использованных НД.

## *7.2. Системы, обеспечивающие нормальную эксплуатацию ЯЭУ*

7.2.1.Система контроля и управления ЯЭУ.

7.2.1.1. Назначение и проектные основы.

Необходимо представлять информацию о назначении системы и элементов (КИП и аппаратура, органы управления, датчики, преобразователи и т.д.), принципах и критериях безопасности, положенных в основу проекта.

Определять функции системы (элементов) и приводить критерии выполнения этих функций.

7.2.1.2. Описание.

Следует представлять информацию, содержащую описание СКУ ЯЭУ, данные о ее составе, основных технических характеристиках, описание принципа действия системы при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации и авариях с учетом взаимодействия с другими системами, средствами и связанным с ней оборудованием.

Представлять информацию о СКУ ЯЭУ и элементах, входящих в ее состав, в том числе:

- о системах и средствах, обеспечивающих дистанционное, автоматизированное и(или) автоматическое управление системами при нормальной эксплуатации ЯЭУ;
- о средствах, обеспечивающих контроль и представление информации о параметрах, характеризующих работу ЯЭУ во всех возможных диапазонах изменения условий нормальной эксплуатации, а также информации об изменениях условий нормальной эксплуатации;
- о системах информационной поддержки оператора, в том числе системе оперативного представления обобщенной информации персоналу о текущем состоянии безопасности ЯЭУ;
- о средствах диагностики состояния материальной части на различных режимах ее эксплуатации;
- о средствах диагностики технических и программных средств СКУ ЯЭУ, системах контроля радиационной обстановки.

Информация о СКУ и ее элементах должна содержать данные о составе, основных технических характеристиках, размещении, схемах систем и элементов, описание их принципа

действия при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, проектных авариях с учетом взаимодействия систем и элементов и связанного с ними оборудования.

Следует приводить исходную информацию, используемую при анализе безопасности, в том числе методы оценки и контроля показателей надежности на разных стадиях создания системы и ее эксплуатации.

Необходимо приводить сведения об электроснабжении, защите от внешних воздействующих факторов, системах, обеспечивающих параметры среды пребывания оборудования СКУ и персонала.

Особое внимание необходимо уделять обоснованию применения материалов, систем и средств, новой техники, методов контроля и управления, а также обоснованию применения импортных и несерийных средств, их сравнению с аналогами на эксплуатируемых атомных судах.

Следует приводить и описывать схемы информационных потоков, системы кодирования, рисунки, схемы, диаграммы, графики, таблицы, необходимые для обоснования принятых конструктивно-технологических решений по обеспечению безопасности. Необходимо указывать составные части СКУ ЯЭУ, которые не требуются для обеспечения безопасности.

7.2.1.3. Пусконаладочные работы.

Следует представлять перечень потенциально опасных работ при обслуживании СКУ, организационные и технические мероприятия, подлежащие выполнению для их проведения.

Должны обосновываться эксплуатационные пределы и условия для этапа ПНР СКУ. В тех случаях, когда окончательные требования к эксплуатационным пределам и условиям, последовательности и объему ПНР устанавливаются на стадии "Рабочая документация", соответствующая информация приводится в ООБ.

Основное внимание должно уделяться методам проверки работоспособности систем и средств контроля и управления, их комплексной наладки, диагностики и документированию их характеристик, приемочным критериям и их обоснованию.

Следует приводить информацию о сравнении с аналогичными организационно-техническими решениями при проектировании СКУ ЯЭУ и ее составных частей с учетом апробирования и испытаний аналогов и прототипов.

7.2.1.4. Техническое обслуживание.

Следует обосновывать эксплуатационные пределы и условия для СКУ ЯЭУ, в рамках которых обеспечивается предотвращение нарушений пределов и условий безопасной эксплуатации ЯЭУ.

Особое внимание необходимо уделять обоснованию решений о диагностике, периодическом контроле состояния СКУ ЯЭУ и ее составных частей, средств и элементов, их периодических проверках и функциональных испытаниях, регистрации и документировании неисправностей и отказов, а также подготовке персонала.

Информация, представленная в настоящем подразделе, должна содержать исходные данные для анализа влияния технического обслуживания СКУ ЯЭУ на безопасность. Следует приводить обоснование принятых мероприятий и процедур, направленных на устранение неисправностей и дефектов в процессе технического обслуживания.

7.2.1.5. Анализ безопасности.

Следует представлять результаты анализа характера и влияния отказов СКУ, не являющихся исходными событиями аварий, анализа и характера аварий, показывающие степень соответствия критериям проектирования, требованиям норм и правил безопасности.

Информация должна содержать результаты анализа реакций систем и средств на внешние и внутренние воздействия (пожары, затопления, электромагнитные помехи, короткие замыкания первичной сети электропитания и т. д.), реакций систем на возможные отказы и неисправности (потеря качества изоляции, падение и наводки напряжения, ложные срабатывания, потери управления и т. д.), а также результаты количественного анализа надежности, результаты анализа устойчивости контуров управления и регулирования и их влияния на безопасность, типы считывающих устройств, число каналов считывания, диапазон измерения параметров по этим каналам, точность и расположение приборов, обоснование достаточности расчета.

Особое внимание необходимо уделять анализу отказов, приводящих к возникновению исходных событий, а также анализу отказов, приводящих к невыполнению системой (элементом) возложенных на нее функций.

В тех случаях, когда исходная расчетная информация и анализ связаны с действиями персонала, следует представлять результаты анализа влияния неправильных действий персонала на безопасность.

Следует приводить информацию о КИП, аппаратуре, установленной для предотвращения или ослабления последствий нарушения условий нормальной эксплуатации и аварий.

7.2.2. Центральный пост управления.

Требования пп.7.2.2.1 – 7.2.2.5 аналогичны требованиям, изложенным в пп.7.2.1.1 – 7.2.1.5.

7.2.2.1. Назначение, состав и проектные основы.

Требования аналогичны требованиям пп. 7.2.1.1.

7.2.2.2. Описание.

Приводить:

- общий вид ЦПУ;
- состав пультов (КИП и аппаратура, органы управления, преобразователи) панелей и щитов ЦПУ с размещенными на них средствами контроля и управления;
- информацию о размещении СКУ, важных для безопасности, и информацию, необходимую для обоснования эргономических требований, предъявляемых к их исполнению, расположению информационных и моторных полей на панелях и щитах пульта (пультов) управления.

Особое внимание следует уделять информации об обосновании решений:

- о регистрации действий персонала управления в аварийных ситуациях;
- об автоматическом предоставлении оператору информации о состоянии технологического оборудования и средств автоматизации, важных для безопасности;
- о независимой проверке оператором исправности технологического оборудования и средств автоматизации, важных для безопасности, в процессе функционирования;
- о перечне функций, реализуемых автоматически с отображением информации об этом оператору;
- о перечне функций, реализуемых операторами. Приводить информацию, обосновывающую дублирование автоматически реализуемых функций функциями, выполняемыми с участием оператора.

Необходимо показывать, каким образом с ЦПУ обеспечивается управление и контроль за работой РУ, за другими системами ЯЭУ, в том числе за системами безопасности при нормальной эксплуатации и авариях.

Приводить описание КИП и аппаратуры, которая делает информацию пригодной для выполнения оператором необходимых действий по обеспечению безопасности.

Уровень решения проблем взаимодействия системы "человек-машина" должен обосновываться.

Представлять информацию об обосновании достаточности рабочего пространства для оперативного персонала как при нормальной эксплуатации РУ, так и при аварийных ситуациях.

Представлять информацию об эргономическом и антропометрическом обеспечении рабочих мест операторов.

По информационным полям рабочего места оператора приводить обоснования:

- размещения средств отображения информации, важной для безопасности, на панелях и щитах, пульта (пультов);
- цветового отличительного оформления средств отображения информации, важной для безопасности;
- удобства осуществления наблюдения оператором за отображением информации, важной для безопасности (зоны обзора, размеры шкал, цифр и другие символы);
- надежности применяемой подсветки шкал, цифр и других символов на средствах отображения.

По моторным полям рабочего места оператора приводить обоснования:

- размещения средств управления (кнопок, ключей и т. п.) исполнительными органами, важными для безопасности, на моторных полях панелей щитов управления, пульта (пультов) с учетом удобства наблюдения за отображаемой информацией цветного отличительного оформления средств управления исполнительными органами, важными для безопасности;
- устройств санкционированного доступа к средствам управления исполнительными органами, важными для безопасности, если такие требования предъявляются.

Представлять обоснование:

- цвета, звука и других отличительных характеристик

сигнализации, которые должны хорошо идентифицироваться оператором и иметь единое толкование по всем постам управления ЯЭУ;

- применения средств промышленного телевидения;
- применения информационных средств, предназначенных для использования всеми операторами вахты;
- эргономичности технических решений по ручной и автоматизированной регистрации информации оператором на рабочем месте.

7.2.2.3. Пусконаладочные работы.

Требования п. 7.2.2.3. аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.3.

7.2.2.4. Техническое обслуживание.

Требования п. 7.2.2.4. аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.4.

Полнота и объем метрологического обеспечения средств ЦПУ, его составных частей и элементов должны быть обоснованы.

7.2.2.5. Анализ безопасности.

Требования п. 7.2.2.5 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.5.

Указывать результаты анализа надежности всех элементов и составных частей ЦПУ, обоснование выбора параметров, необходимых для отображения оператору при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации и авариях. Показывать, что отобранные и отображаемые параметры обеспечивают предоставление оператору однозначной и достоверной информации о соблюдении пределов и условий безопасной эксплуатации ЯЭУ, а также идентификацию и диагностику срабатывания и функционирования СБ.

Приводить результаты анализа влияния систем обеспечения среды обитания и живучести ЦПУ на его надежность и работоспособность.

Представлять результаты анализа, доказывающие, что исключен отказ ЦПУ и ПАР по общей причине.

Представлять анализ, демонстрирующий, что оператор имеет достаточную информацию для выполнения необходимых с точки зрения безопасности ручных операций (например, обеспечение оптимального расположения регулирующих органов, ручные операции по обслуживанию технических средств обес-

печения безопасности, возможные непредвиденные послеаварийные действия и контроль состояния технических средств обеспечения безопасности), достаточное количество времени для принятия правильных решений и их выполнения.

Представлять информацию, позволяющую определить, что оператор имеет возможность считывать данные и показания приборов для контроля за параметрами в реакторе, системе циркуляции теплоносителя, защитной оболочке реактора и технологических системах обеспечения безопасности во всех рабочих режимах РУ, включая прогнозируемые эксплуатационные состояния и аварийные режимы.

7.2.3. Пост аварийного расхолаживания.

Требования пп. 7.2.3.1 – 7.2.3.5 аналогичны требованиям, изложенным в пп. 7.2.2.1 – 7.2.2.5.

7.3.2.1. Назначение состав (КИП и аппаратура, органы управления и т.д.), проектные основы.

Требования п. 7.2.3.1 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.1.

7.2.3.2. Описание.

Требования п. 7.2.3.2 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.2.2.

Особое внимание следует уделять информации, показывающей, что управление с ПАР обеспечивает перевод реактора в подкритическое состояние, отвод тепла и поддержание его сколь угодно долго в этом состоянии, приведение в действие СБ и получение информации о состоянии реактора.

Автономность ПАР от ЦПУ необходимо обосновывать описанием принятых мер и технических решений.

Приводить также:

- структуру ПАР;
- общий вид ПАР;
- состав панелей ПАР с размещенными на них средствами контроля и управления;
- пульт ПАР (если он предусмотрен);
- планшеты пульта ПАР с размещенными на них средствами контроля и управления (если они предусмотрены);
- невозможность управления РУ с ПАР при работоспособном ЦПУ;
- функции, важные для безопасности, которые реализуются ПАР.

Следует показывать, какими мероприятиями исключается влияние ПАР на РУ и ЦПУ при пожаре в ПАР.

Следует приводить информацию о размещении средств контроля и управления, важных для безопасности, и информацию, необходимую для обоснования эргономических требований, предъявляемых к их использованию.

7.2.3.3. Пусконаладочные работы.

Требования п. 7.2.3.3 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.2.3.

7.2.3.4. Техническое обслуживание.

Требования п. 7.2.3.4 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.2.4.

Следует привести информацию, обосновывающую решения о регламенте поддержания ПАР в работоспособном состоянии при нормальной эксплуатации.

7.2.3.5. Анализ безопасности.

Требования п. 7.2.3.5 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.2.5.

Следует приводить перечень функций, важных для безопасности, которые реализуются с ПАР, а также информацию, необходимую для обоснования невозможности отказа ЦПУ и ПАР по одной общей причине, по условиям перехода оперативного персонала ЦПУ на ПАР при невозможности управления из ЦПУ.

Приводить анализ решений об обеспечении обитаемости и живучести ПАР при проектных и запроектных авариях.

### *7.3. Системы безопасности*

7.3.1. Управляющие системы безопасности ЯЭУ.

7.3.1.1. Назначение и проектные основы.

Требования п. 7.3.1.1 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.1.

7.3.1.2. Описание.

Требования п. 7.3.1.2 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.2.

Описание каждой УСБ должно содержать:

- структуру системы;
- функции, реализуемые системой автоматически;
- алгоритмы работы системы;

- состав (КИП и аппаратура, органы управления, датчики, преобразователи и т. д.), структуру и характеристики каналов системы;
- описание принципа действия системы;
- схемы и чертежи размещения составных частей и элементов системы.

Следует представлять обоснование многоканальности системы, автономности ее от системы контроля и управления, указывать, что совмещение отдельными элементами функций нормальной эксплуатации не влияет на выполнение ими функций безопасности. Следует приводить описание всех составных частей и элементов системы.

7.3.1.3. Пусконаладочные работы.

Требования п. 7.3.1.3 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.3.

7.3.1.4. Техническое обслуживание.

Требования п. 7.3.1.4 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.4.

7.3.1.5. Анализ безопасности.

Требования п. 7.3.1.5 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.5.

Информация должна содержать обоснование того, каким образом реализовано соответствие УСБ предъявленным требованиям безопасности, в том числе результаты анализов:

- надежности работы системы;
- последствий ее отказов;
- последствий отказов ОСБ.

7.3.2. Системы управления и защиты РУ.

Требования п. 7.3.2. аналогичны требованиям, изложенным в п. п. 7.2.1.

7.3.2.1. Назначение и проектные основы.

Требования п. п. 7.3.2.1 аналогичны требованиям, изложенным в п. п. 7.2.1.1.

7.3.2.2. Описание.

Требования п. п. 7.3.2.2 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.2.

Приводить описание составных частей и элементов (КИП и аппаратура, органы управления, датчики, преобразователи и т. д.) СУЗ РУ систем останова реактора, в том числе не выпол-

няющих функцию АЗ при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации и авариях.

Описание системы аварийной защиты РУ (АЗ) должно содержать:

- структуру системы и характеристики каналов;
- функции, реализуемые системой автоматически;
- функции, реализуемые оператором;
- описание принципа действия системы.

Представляемые материалы должны содержать:

- перечни инициирующих сигналов срабатывания АЗ реактора;
- описание логики формирования исполнительного сигнала защиты по каждому параметру;
- описание дублирующих способов запуска защит;
- описание условий санкционированного доступа к запуску защит;
- описание резервирования каналов, реализующих функции защит;
- обоснование соответствия структуры каждой системы АЗ реактора принципу разнообразности;
- описание исполнительных средств защит.

В материалах следует определять и описывать все средства, обеспечивающие нормальное функционирование систем АЗ реактора. Кроме того, по каждой системе следует представлять:

- алгоритмы работы системы;
- состав, структуру и характеристики каналов системы;
- информацию о размещении средств системы.

Приводить информацию, обосновывающую независимость и достаточность систем энергообеспечения систем АЗ при нормальной эксплуатации, проектных авариях и учитываемых запроектных авариях. Особое внимание следует уделять информации о принятом порядке определения и устранения причин срабатывания АЗ, а также последовательности действий оперативного персонала при восстановлении рабочего состояния ЯЭУ после срабатывания АЗ.

Представлять описание методик расчета, контроля и управления нейтронным потоком и реактивностью, их составных частей и элементов:

- каналов контроля;

- записывающих устройств;
- реактиметров;
- средств автоматической проверки работоспособности каналов контроля и предупредительной сигнализации о неисправности;
- методику расчета подкритичности активной зоны;
- методы контроля неравномерности энерговыделения по активной зоне;
- методику оперативного расчета запаса до кризиса теплообмена.

Представлять исходную расчетную информацию обо всех параметрах и характеристиках системы, схемах системы и ее составных частях, чертежах их расположения и размещения.

7.3.2.3. Пусконаладочные работы.

Требования п. 7.2.3.3 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.3.

7.2.3.4. Техническое обслуживание.

Требования п. 7.3.2.4 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.4.

7.3.2.5. Анализ безопасности.

Требования п. 7.3.2.5 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.5.

При анализе безопасности особое внимание должно уделяться влиянию отказов, возникающих на судне, в результате которых системы и средства останова реактора могут потерять возможность выполнения своих функций, а также отказов, приводящих к возникновению исходных событий (несанкционированные сигналы управления) или к невыполнению системой возложенных на нее функций. При этом следует показывать, что СУЗ РУ в состоянии предотвратить неконтролируемый выход реактора в критическое состояние.

Анализ должен содержать рассмотрение функционирования каждой из систем в соответствии с согласованными перечнями исходных событий при проектных и запроектных авариях.

Материалы раздела должны содержать результаты анализа:

- надежности функционирования системы АЗ реактора;
- последствий ее отказов;

- последствий отказов ОСБ (энергоснабжения и преобразования электроэнергии, вентиляции, кондиционирования и т. д.).

По каждой системе следует представлять:

- описание диагностики каналов отображения информации;
- обоснование того, что оператор имеет достаточную информацию (например, положения, изменения положений органов управления в активной зоне, исправность каналов контроля, параметров, важных для безопасности, регистрация мощности и т. п.) для дистанционного выполнения операций, необходимых с точки зрения безопасности, и показывать, что в проекте СКУ реализована концепция 30-минутного невмешательства оператора при аварийных ситуациях.

Необходимо показывать, что проектом предусмотрено автоматическое включение в работу СБ реактора с началом всех событий, требующих их быстрого действия, автоматически включаемые системы способны поддерживать РУ в безопасном состоянии в течение 30 минут без помощи оператора.

Следует показывать, что допускается управление СБ оператором при условии, что любая ошибка оператора не влияет отрицательно на работу СБ и не препятствует срабатыванию защиты.

При этом необходимо показывать, как реализуется запрет на дистанционное управление (автоматически или с помощью специальных инструкций), противоречащее алгоритму аварийного управления.

Необходимо давать анализ, который позволяет определить обеспеченность оператора во всех режимах работы РУ информацией о параметрах:

- определяющих состояние реактора;
- системы циркуляции теплоносителя и теплоотвода;
- технологических систем безопасности, включая средства автоматизации и управления;
- определяющих обстановку в защитной оболочке реактора.

### *7.4. Контроль радиационной обстановки в помещениях, занятых оборудованием ЯЭУ*

Требования пп. 7.4.1.1 – 7.4.1.5 аналогичны требованиям, изложенным в пп. 7.2.1.1 – 7.2.1.5.

### *7.5. Системы связи и оповещения*

7.5.1. Назначение и проектные основы.

Требования п. 7.5.1 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.1.

7.5.2. Описание.

Требования п.7.5.2 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.2.

Описание систем и средств предупредительного и аварийного оповещения персонала ЯЭУ и судна должно содержать:

- перечень сигналов оповещения с указанием сопровождения их световыми, звуковыми и другими способами привлечения внимания персонала;
- технические характеристики способов привлечения внимания персонала (частота мигания, цвет, высота тона и т. п.).

Информация о принятой системе предупредительного и аварийного оповещения персонала должна содержать правила использования системы сигналов оповещения в аварийных ситуациях.

Приводить информацию о средствах связи и систем оповещения, в том числе дублирующих, предназначенных для организации управления ЯЭУ судна в режимах нормальной эксплуатации, при проектных и запроектных авариях.

Следует показывать, что при полном отсутствии электроснабжения на судне обеспечивается связь ЦПУ с ходовой рубкой, помещением ПАР, помещением главной машины, помещениями основных, резервных и аварийных генераторов, посещаемыми помещениями контролируемой зоны.

7.5.3. Пусконаладочные работы.

Требования п. 7.5.3 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.3.

7.5.4. Техническое обслуживание.

Требования п. 7.5.4 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.4.

7.5.5. Анализ безопасности.

Требования п. 7.5.5 аналогичны требованиям, изложенным в п. 7.2.1.5.

### *7.6. Системы, не влияющие на безопасность*

7.6.1. Описание.

Для систем и средств контроля и управления, не влияющих на безопасность, следует представлять информацию:

перечень этих систем и средств, их назначение, технические характеристики;

7.6.2. Анализ безопасности.

Необходимо показывать, что эти системы не требуются для обеспечения безопасности.

# 8. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

В ООБ необходимо представлять информацию, подтверждающую функциональную развитость и надежность обеспечивающих систем электроснабжения, достаточность мощности, многоканальность, независимость, устойчивость к внешним и внутренним воздействиям, возможность проведения технического обслуживания, испытаний и ремонта, выполнение требований стандартов и норм безопасности на основе анализа функционирования систем электроснабжения с учетом ошибок персонала, а также при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации проектных и запроектных авариях. Должны даваться качественный и количественный анализы надежности электроснабжения.

Следует излагать основные принципы проектирования и организации эксплуатации электросистем, приводить их перечень и схемы.

По каждой системе должны указываться отклонения от требований норм и правил, причины допущенных отклонений и компенсирующие мероприятия.

Полнота описаний, приводимых технических данных и расчетов должна быть достаточной для проведения независимой экспертизы электротехнической части проекта судна с ЯЭУ.

## *8.1. Основная электрическая система*

Следует показывать, что при отказе одного элемента основного генератора, его двигателя и связанных с ним механизмов, а также при отказе одного элемента в распределительных устройствах системы исключается срабатывание АЗ реактора и потеря маневренности судна.

Приводить сведения о системе в соответствии с пп. 1.4.1–1.4.5.

8.1.1. Схема основной электрической системы.

Следует:

- представлять схему основной электрической системы с разделением ее на отдельные части и обосновать, что нарушения нормальной эксплуатации, проектные аварии в одной части системы приводят к автоматическому

обесточению ее и она не влияет на нормальную работу другой ее части;

- показывать, что механизмы и системы работающей ЯЭУ питаются от двух частей основной электросистемы, что перевод их питания с основного на резервное производится автоматически и не приводит к отклонению параметров систем, к срабатыванию предупредительной сигнализации, каким образом резервный генератор принимает нагрузку в случае необходимости с любой из частей основной электросистемы, как осуществляется параллельная работа резервного генератора с основными генераторами в процессе перевода нагрузки без снижения напряжения и частоты питания потребителей ниже установленных пределов;
- представлять схемы питания потребителей ЯЭУ, а также других резервированных, ответственных потребителей;
- показывать размещение на судне основных и резервных генераторов, главных распределительных щитов, физическое разделение помещений распределительных устройств, источников электропитания и кабельных трасс при многоканальной системе электроснабжения, их защиту от внешних воздействий.

8.1.2. Характеристика системы.

Следует:

- приводить величины мощности элементов основной электрической системы и показывать, что суммарная мощность работающих основных генераторов каждой части системы достаточна для полного обеспечения электрической энергией всех потребителей, необходимых для поддержания судна в нормальном эксплуатационном состоянии. Давать описание всех предусмотренных режимов работы ЭЭС – от стояночного у пирса с неработающей ЯЭУ и питании от береговых источников до вывода ЯЭУ из действия и перехода на питание от береговых источников электропитания, а также оптимально возможные режимы эксплуатации ЭЭС при выходе из строя любого из источников электропитания, включая питание с берега (от другого судна), подачи электроэнергии на берег (на другое судно);

- показывать выполнение требований норм и правил, согласно которым при исчезновении напряжения на шинах любого главного распределительного щита время пуска и приема нагрузки резервным генератором обеспечивает безопасную работу ЯЭУ, а суммарная мощность резервного и оставшегося в работе основного генератора достаточна для обеспечения электропитанием потребителей, необходимых для поддержания судна в нормальном эксплуатационном состоянии. Следует перечислять отключаемые в этом случае электропотребители и показывать, что их отключение несущественно для безопасности работающей ЯЭУ и судна;
- показывать, что мощности резервного генератора достаточно для вывода из действия, расхолаживания, устранения нарушения нормальной эксплуатации или проектной аварии РУ и ее последующего ввода в действие.

8.1.3. Пожарная безопасность оборудования основной ЭЭС.

Следует приводить анализ влияния пожарной опасности оборудования основной электросистемы на безопасность судна.

8.1.4. Органы управления основной ЭЭС.

Следует показывать, что любое повреждение не выводит из строя управление и контроль более чем одной части основной электросистемы.

8.1.5. Возможность проведения испытаний и технического обслуживания.

В подразделе следует приводить информацию:

- о постоянном автоматическом диагностическом самоконтроле ЭЭС и элементов;
- о периодичности испытаний, методах и программах испытаний, контролируемых параметрах, значениях уставок срабатывания сигнализации;
- о возможности проведения испытаний на работающем или отключенном оборудовании;
- о видах и сроках технического обслуживания оборудования коммутационной аппаратуры, кабелей защит и автоматики;
- о способах восстановления работоспособности;

- о сроках замены оборудования и кабелей, выработавших свой ресурс;
- о доступности для технического обслуживания и испытаний по условиям радиационной опасности.

8.1.6. Анализ безопасности.

В ООБ следует приводить описания расчетных программ, исходные данные, использованные при расчетах алгоритмов автоматического и дистанционного управления ЭЭС, результаты расчетов, а также сведения об аттестации и верификации программ.

Приводить интерпретацию результатов экспериментальных испытаний и сравнение их с расчетным анализом.

Необходимо приводить описание функционирования ЭЭС при нормальных условиях эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, проектных авариях, переход на работу от аварийной электросети и связанными с ней другими электросетями с учетом возможных их отказов.

Приводить перечень и анализ проектных отказов элементов, включая ошибки персонала, оценки влияния последствий отказов, в том числе по общей причине, на работоспособность ЭЭС и безопасность ЯЭУ.

### *8.2. Аварийная электрическая система*

В подразделе следует приводить сведения о технических данных системы и ее элементов, а также:

- приводить схему аварийной электрической системы с независимыми от РУ генераторами. Показывать, что аварийная электрическая система выполняет функции безопасности с учетом принципа единичного отказа во всех проектных условиях;
- показывать, что мощности аварийной электрической системы достаточно для вывода из действия и расхолаживания РУ, поддержания ее в безопасном состоянии в течение 30 суток;
- представлять электротехнические характеристики каждого потребителя, получающего электропитание от аварийной электрической системы, с указанием времени, в течение которого он должен работать при отсутствии электроснабжения от основной электросистемы;

- представлять перечень потребителей собственных нужд, для которых необходимо электроснабжение от аварийной электросистемы при исчезновении его от источников нормальной эксплуатации, с указанием по каждому из них допустимых характеристик электроснабжения:

а) длительности перерыва в электроснабжении;

б) допустимого максимального (минимального) изменения напряжения и частоты тока с указанием допустимой длительности;

в) изменений формы кривой тока и на какое время;

г) времени, через которое возможна повторная подача напряжения на потребитель и другие ограничения (если таковые есть) от систем СКУ и УСБ;

Следует представлять паспортные данные каждого потребителя с указанием времени, в течение которого он может работать при отсутствии основного и (или) резервного электроснабжения от источников нормальной эксплуатации;

- указывать требования к пожарной безопасности, пожаро- и взрывозащищенности оборудования, аппаратуры и огнестойкости конструкций системы аварийного электроснабжения и электрооборудования СБ;
- указывать условия работы электрооборудования, коммутирующей аппаратуры, кабелей СБ и аварийной электросистемы при нормальных и аварийных режимах работы ЯЭУ по температуре, влажности, давлению, радиоактивному излучению и прочим внешним воздействиям с указанием времени воздействия;
- показывать, что каждый аварийный генератор автоматически пускается при исчезновении напряжения на соответствующей шине группового распределительного щита и по сигналу сброса АЗ реактора;
- подтверждать независимость аварийных систем распределения электрической энергии (не менее чем от двух аварийных генераторов), автоматический пуск генераторов по сигналу снижения напряжения или частоты и (или) по сигналу сброса АЗ реактора, при этом не требуется прямой синхронизации источников электрической энергии;

- показывать, что аварийная электрическая схема может быть приведена в действие из ЦПУ, с местных щитов управления аварийными генераторами;
- доказывать, что аварийная электросистема принимает нагрузку в течение времени, определенного условиями безопасности реактора, при этом не требуется прямой синхронизации источников электрической энергии в аварийных условиях;
- представлять информацию об обеспечении пожарной безопасности, включая описание систем автоматического обнаружения и тушения пожаров с результатами соответствующих расчетов;
- обосновывать длительность непрерывной работы источников, имеющих ограничения по запасам топлива.

### *8.3. Переходные источники электрической энергии*

В подразделе следует приводить сведения о технических данных системы и ее элементов, а также:

- приводить описание схемы подключения переходных источников энергии и перечень приборов измерения параметров РУ, радиационного контроля и другие важные для безопасности приборов измерения и индикации, которые получают от этих источников питание в течение 30 мин;
- показывать размещение переходных источников электрической энергии на судне и подтверждать их работоспособность в условиях нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации и авариях. Если в качестве переходных источников используются аккумуляторные батареи, следует приводить схему зарядного устройства и показывать, что его характеристики удовлетворяют требованиям НД.

Если переходные источники электрической энергии на судне не предусмотрены, следует показывать, что потребители СВБ имеют непрерывное электроснабжение от других электрических систем с учетом принципа единичного отказа при нарушениях нормальной эксплуатации и проектных авариях.

### *8.4. Кабельная сеть контролируемой зоны*

В подразделе следует:

- показывать, что тип электрокабелей, способы их прокладки, а также герметичные проходки кабелей через защитные оболочку и ограждение, другие переборки контролируемой зоны соответствуют требованиям норм и правил;
- подтверждать испытаниями, что проходки кабелей через защитную оболочку и ограждение не снижают их герметичности. Обеспечивается возможность локального контроля герметичности проходок в процессе испытаний и эксплуатации;
- приводить параметры окружающей среды при проектных авариях и показывать, что кабели сохраняют работоспособность в этих условиях;
- представлять схемы прокладки кабелей в контролируемой зоне, из которых следует, что кабели к резервированным потребителям и системам безопасности проложены отдельно от основных силовых трасс.

### *8.5. Освещение*

В подразделе следует приводить сведения о технических характеристиках систем освещения их элементов, показывать реализацию принципов безопасности, а также приводить:

- схемы и описания, основного и аварийного освещения помещений контролируемой зоны, а также аварийного освещения ЦПУ, ПАР и др., схемы питания светильников, размещения распределительных щитов, переключателей и выключателей;
- показывать выполнение требований норм и правил.

### *8.6. Связь с внешней энергосистемой*

8.6.1. Питание от внешнего источника электроэнергии.

Необходимо приводить схему питания основной судовой электросистемы от внешнего источника и показывать размещение соответствующих разъемов, щитов и коммутирующей аппаратуры.

8.6.2. Подача электроэнергии внешнему потребителю (береговой электросети, электросистеме другого судна).

В случаях, когда предусматривается подача электроэнергии во внешнюю электросистему (аварийное судно, плавучий энергоблок, береговой потребитель), необходимо показывать достаточность регулируемых мощностей в основной судовой электросистеме, возможности ограничения потребляемой мощности во внешней электросети, минимально допустимые значения сопротивления изоляции этих сетей. Кроме этого, показывать, в каких случаях в энергосистеме может возникать необходимость ограничения мощности судовой ЯЭУ (с какой скоростью и на какое время).

Показывать возможность автоматического или ручного отключения судовой электросистемы от внешней с переходом в режим питания только собственных нужд.

Следует приводить анализ влияния возможных видов отказов внешнего потребителя на безопасность ЯЭУ.

# 9. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЯЭУ СУДНА

## *9.1. Комплект перегрузочного оборудования активных зон*

Комплект перегрузочного оборудования не является штатной системой ЯЭУ, однако работы по перегрузке активных зон реакторов проводятся в помещениях судна и представляют собой ряд специфических потенциальных ядерно- и радиационно опасных работ, безопасность проведения которых зависит от многих факторов, обусловленных перегрузочным оборудованием.

Во вводной части раздела следует перечислять конкретный состав комплекта, включая:

а) систему перегрузки активных зон;

б) систему обращения с ОЯТ, состоящую из:

- системы хранения ОЯТ в хранилище, расположенном на судне атомно-технологического обеспечения или в специально построенном на берегу для этой цели здании (ХОЯТ) (при наличии);
- комплекта перегрузочного оборудования, средств перегрузки активных зон, хранения и транспортирования ЯТ;

в) организацию учета ЯТ на всех этапах обращения с ним при перезарядке активных зон.

9.1.1. Перегрузочное оборудование активной зоны.

Необходимо изложить предъявляемые требования к перегрузочному оборудованию, специальным приспособлениям, инструментам, средствам измерений, приборам и устройствам, обеспечивающим выполнение технологических операций при перезарядке.

9.1.1.1. Описание технологической схемы и механических средств перегрузки.

Приводить ограничения по метереологическим условиям возможности проведения перегрузки, а также по техническому состоянию РУ (окончено расхолаживание до величин тепловыделений, с которыми справляется система ремонтного расхолаживания, осуществляется контроль за температурой и давлением в первом контуре, уровнем воды в компенсаторах объ-

ема герметичного контура и (или) в корпусе реактора при негерметичном контуре).

Следует приводить описание технологической схемы выполнения перегрузочных операций оборудования, устройств, элементов.

Следует представлять сравнительный анализ технологической схемы выполнения перегрузочных операций с аналогичными отечественными и зарубежными проектами.

Необходимо показывать приоритеты в решениях вопросов безопасности по сравнению с другими аналогичными проектами проведения перезарядки реакторов судов.

Описывать технологическую проектную схему выполнения перегрузочных операций с выделением отличий (при их наличии) перегрузки с указанием специального оборудования, применяемого в каждом случае.

При этом показывать:

- избранный способ (поканальный, с экранной сборкой, сухой или мокрый) проведения перегрузки и приводить его обоснование;
- состояние защитной оболочки или ее герметизацию во время перегрузки топлива (штатные и (или) технологические люки, шлюзы, двери);
- проектную периодичность, объем и регламент перегрузки;
- фактические причины планируемой перегрузки активной зоны, приводить их обоснование;
- технические средства, предусмотренные проектом, для биологической защиты, предотвращения случайного попадания в реактор и в первый контур посторонних предметов во время перегрузки и при выполнении ремонтных работ;
- состав комплекта технологического оборудования перегрузки с обоснованием его достаточности с указанием требований к нему, обеспечивающих безопасность обращения с ТВС, в том числе при отказах и повреждениях.

Следует показывать:

- меры по предотвращению образования критической массы на всех технологических стадиях перезарядки

активной зоны как с облученными ТВС, так и с необлученными ТВС;
- средства контроля подкритического нейтронного потока не менее двух каналов измерения на всех стадиях перезарядки;
- меры, предусмотренные для предотвращения деформаций, разрушения или падения ТВС;
- технические средства, предотвращающие падение ТВС при прекращении подачи электроснабжения;
- меры по предотвращению приложения к ТВС недопустимых усилий при их извлечении или установке;
- особенности проведения перезарядки в случае достижения (превышения) пределов безопасной эксплуатации выгружаемой активной зоны.

Следует представлять обоснование работоспособности элементов комплекта перегрузочного оборудования и сведения о системах, связанных с функционированием комплекта перегрузки активной зоны.

Приводить информацию в соответствии с пп. 1.4.1 - 1.4.5 о системах:
- промышленного телевидения для контроля перегрузки с перечнем операций, контролируемых с использованием промышленного телевидения;
- контроля уровня воды и температуры в реакторе;
- контроля оболочек твэлов (входного контроля);
- электроснабжения, в том числе аварийного;
- рабочего и аварийного освещения;
- пожаротушения;
- вентиляции и очистки воздуха;
- связи, оповещения и аварийной сигнализации;
- дезактивации (при наличии).

9.1.1.2. Организация учета ЯТ.

Следует описывать систему учета ЯТ и показывать ее соответствие требованиям норм и правил.

9.1.1.3. Следует указывать требования:
- к уровню подготовки и квалификации персонала, производящего перезарядку реактора;
- к обеспечивающим системам.

9.1.1.4. Приводить перечень ядерно-опасных работ и технические требования к их проведению.

9.1.1.5. Испытания и проверки.

Приводить основные требования к обеспечению качества системы и ее элементов при изготовлении, строительстве и монтаже.

Обосновывать объемы и методики входного контроля, межведомственных, наладочных испытаний, их метрологическое обеспечение; представлять и обосновывать перечень и допустимые значения контролируемых при этом параметров и требования к используемой при испытаниях контрольно-измерительной аппаратуре.

Необходимо приводить результаты анализа выполнения требований, принципов и критериев соответствующих НД по безопасности при проведении перезарядки активных зон.

### *9.2. Системы, обеспечивающие работу ЯЭУ*

Необходимо приводить перечень судовых систем, обеспечивающих работу ЯЭУ, в том числе электроснабжения, систем - воздушных, вентиляции кондиционирования, физической защиты, взрывобезопасности, организованного выхода РВ, осушения и аварийного осушения помещений, показывать схемы ответвлений от судовых систем, обеспечение их резервирования, показывать выполнение требований НД по обеспечению их надежности.

Приводить описания обеспечивающих систем в соответствии с типовой структурой описания, указанной в подразделе 12.4.

## 10. ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

В разделе следует приводить информацию:

- о безопасном и надежном обращении со всеми видами образующихся РАО при эксплуатации ЯЭУ, включая проектные аварии;
- о путях поступления их в помещения и окружающую среду, при этом указывать, что методы измерения количества РАО и специальные средства снижения величин протечек соответствуют требованиям норм и правил;
- о способах хранения, переработки, передачи при обращении с РАО;
- об источниках образования РАО (продуктах деления, наведенной радиоактивности в жидкостях и металлах, расходных материалах и одежде), количестве и физико-химическом составе ТРО, ЖРО и ГРО;
- о годовом плановом количестве образующихся ТРО, ЖРО и ГРО, их суммарной активности по группам;
- о методах разделения и сортировки РАО;
- о выборе системы обращения с РАО;
- о хранилищах РАО;
- о кондиционировании РАО и методах контроля их качества;
- о методах контроля химического и радионуклидного состава РАО;
- об обосновании надежности защитных барьеров;
- о возможности отбора проб на всех стадиях обращения с РАО;
- об обеспечении взрыво- и пожаробезопасности при обращении с РАО;
- о радиационном контроле при обращении с РАО;
- о возможности дезактивации оборудования;
- о контроле поступления РВ в окружающую среду;
- о наличии систем сигнализации, блокировки и защиты в хранилищах РАО;
- о подъемно-транспортном оборудовании;
- о наличии специализированных контейнеров для РАО;
- о системе маркировки упаковок РАО.

Необходимо приводить информацию об оценке уровня безотходности применяемых технологий с точки зрения образования РАО.

### *10.1. Система обращения с ТРО*

Необходимо:

- описывать все системы, которые являются потенциальными источниками образования ТРО в процессе нормальной эксплуатации, при нарушениях нормальной эксплуатации и проектных авариях;
- указывать основные принципы и критерии безопасности, реализованные в проекте, барьеры, исключающие поступление РВ в окружающую среду выше пределов, установленных федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии;
- обосновывать, что проект систем обращения с ТРО предусматривает технические средства, обеспечивающие дозиметрический и технологический контроль за состоянием ТРО и их содержанием в соответствии с требованиями норм и правил, что имеются хранилища для некондиционных ТРО, специальные помещения для сбора ТРО, сортировки в соответствии с их классификацией, используются специальные контейнеры, подъемно-транспортное оборудование, климатические условия на судне исключают разрушение упаковок и изменение формы ТРО, система организационных и технических мер исключает несанкционированный доступ к ТРО.

### *10.2. Система обращения с ЖРО*

Необходимо описывать возможности систем судна по обращению с ЖРО в процессе нормальной эксплуатации, при нарушениях нормальной эксплуатации и проектных авариях, а также:

- представлять основные принципы и критерии безопасности, реализованные в проекте, барьеры, исключающие поступление РВ в окружающую среду выше пределов, установленных международными и федеральными

нормами и правилами в области использования атомной энергии;

- показывать, что конструкция емкостей позволяет принять все объемы ЖРО, предусмотренные проектом ЯЭУ, при нормальной эксплуатации и проектных авариях, что каждая емкость оснащена устройствами для приема ЖРО и их полного опорожнения, технологическим контролем (температуры, давления, уровня в емкости, сигнализацией верхнего положения), включая контроль протечек, средствами контроля водорода, пожаротушения, что система обращения с ЖРО соответствует требованиям норм и правил, что проектом предусматривается контроль за состоянием ЖРО на всех этапах обращения с ними;
- показывать, что система обращения с ЖРО обеспечивает непревышение допустимых норм загрязнения поверхностей помещений судна и излучений во всех эксплуатационных режимах и при проектных авариях ЯЭУ;
- описывать предусмотренные проектом меры контроля за поступлением ЖРО, обосновывать достаточность предупредительных мер;
- приводить обоснование обеспечения безопасности при работе систем обращения с ЖРО в условиях низких температур и особенности обеспечения безопасности при передаче ЖРО на береговые и плавучие объекты для дальнейшей переработки.

### *10.3. Система обращения с ГРО*

Следует:

- представлять все системы судна, которые являются потенциальными источниками выбросов РВ в окружающую среду в виде газов или аэрозолей, включая системы вентиляции контролируемой и наблюдаемой зон;
- обосновывать возможности судна по обращению с ГРО во всех режимах эксплуатации ЯЭУ, включая аварийные ситуации;
- указывать основные принципы и критерии безопасности, реализованные на судне, класс безопасности, кате-

горию в соответствии с принятой классификацией по безопасности;

- показывать барьеры, исключающие поступление РВ в окружающую среду выше пределов, установленных нормами и правилами;
- обосновывать способность систем обращения с ГРО обеспечивать безопасное обращение с ГРО в течение всего срока эксплуатации ЯЭУ и соответствие их нормам и правилам;
- представлять оценку, подтверждающую, что системы имеют достаточную производительность и необходимое резервирование для обеспечения очистки воздуха от РВ во всех случаях при негерметичности твэлов или отказах систем безопасности;
- показывать, что система обращения с ГРО обеспечивает непревышение допустимых норм по выбросам во всех эксплуатационных режимах и при проектных авариях ЯЭУ;
- описывать предусмотренные проектом меры контроля за поступлением ГРО из технологического оборудования, обосновывать эффективность предупредительных мер;
- приводить перечень оборудования и систем, в которых возможно образование взрывоопасных концентраций газов, а также расчетные давления и обоснование принятого в проекте оборудования;
- описывать технологическую КИП и аппаратуру;
- давать оценку выполнения требований НД, принципов и критериев безопасности.

# 11. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

В разделе необходимо представлять данные о способах обеспечения радиационной безопасности:

- при внешнем облучении от проникающих излучений – гамма-квантов и нейтронов, источниками которых являются активная зона, конструкционные материалы реактора, оборудование, содержащее РВ;
- при внутреннем облучении организма человека (пероральном и ингаляционном поступлении РВ).

Необходимо:

- показывать, что при всех режимах нормальной эксплуатации, проектных авариях индивидуальные пределы воздействия на персонал не превысят установленные и коллективную годовую дозу воздействия, что они сведены к минимальному разумно достижимому уровню как для экипажа, так и для населения, а поступление в окружающую среду РВ не приводит к превышению рекомендуемых НД квот воздействия на население;
- представлять программы контроля радиационной обстановки, программу индивидуального дозиметрического контроля, программу радиационного контроля внешней среды;
- приводить количественные значения радиационных критериев, по которым идентифицируется возникновение аварийной ситуации или аварии.

В каждом подразделе следует делать выводы о соответствии проведенных мероприятий требованиям НД по радиационной безопасности.

## *11.1. Обеспечение минимального разумно достижимого уровня профессионального облучения (принцип ALARA)*

11.1.1. Концепция радиационной безопасности.

Следует:

- описывать принципы, критерии, методы расчета, технические средства и организационные мероприятия, на основе которых обеспечивается защита персонала, населения и окружающей среды от недопустимого радиационного воздействия;

- показывать, что соблюдение и применение технических средств и организационных мероприятий оправдано опытом эксплуатации аналогичных ЯЭУ и не приведет к превышению уровней воздействия, регламентируемых НД, воздействие вредных факторов во всех режимах работы ЯЭУ судна и при авариях остается на таких низких уровнях, какие разумно достижимы. Достижимые уровни воздействия представляются в виде коллективной годовой дозы для всего персонала и населения и доз для отдельных категорий персонала при нормальной эксплуатации, проектных авариях;
- показывать эффективность защитных систем и их достаточность для незначительного увеличения ущерба здоровью персонала, населению и окружающей среде.

При этом необходимо показывать пределы:

- индивидуальной дозы облучения персонала;
- коллективной годовой дозы облучения персонала;
- облучения населения.

11.1.2. Проектные основы.

Следует:

- описывать, как с помощью разработанных принципов радиационной защиты, выбора технических и организационных решений, использованных при проектировании элементов РУ и судна, обеспечено снижение радиационного воздействия до такого низкого уровня, который разумно достижим;
- показывать, как используется в проекте накопленный опыт проектирования и эксплуатации других ЯЭУ для снижения уровней радиационного воздействия до возможно низких значений, с указанием конкретных мероприятий и обоснованием их целесообразности в проекте;
- обосновывать эффективность предусмотренных проектом решений, использование которых направлено на уменьшение уровней воздействия в помещениях контролируемой зоны времени пребывания в них обслуживающего персонала, в том числе на сокращение количества источников РВ, улучшение защиты, уменьшение затрат времени на техническое обслуживание, облегчение доступа к оборудованию, упрощение эксплуата-

ционных процедур, а также на сокращение и упрощение других действий, необходимых в период эксплуатации;

- приводить критерии зонирования судна, перечень и краткую характеристику помещений, относящихся к контролируемой зоне;
- приводить перечень специальных технических решений, которые обеспечивают выполнение требований НРБ-99 по дозовым пределам облучения при запроектных авариях.

11.1.3. Организация эксплуатации.

В подразделе следует показывать:

- как учтены при организации эксплуатации ЯЭУ требования непревышения доз профессионального облучения, определенных НД, а также требования организации эксплуатации других аналогичных ЯЭУ при разработке оборудования, биологической защиты и проектировании данной ЯЭУ;
- радиационные критерии, использованные при разработке инструкций и технических средств для проведения радиационно опасных работ, включая техническое обслуживание, эксплуатационные проверки, контроль состояния металла, перегрузку активных зон реакторов, работы с РАО для обеспечения снижения доз профессионального облучения;
- пути ограничения внутреннего и внешнего облучения персонала судна, организацию разделения рабочих мест и помещений в соответствии с критериями зонирования;
- перечень и количественные значения эксплуатационных критериев, таких как суммарная удельная активность продуктов деления в теплоносителе первого контура, удельная объемная активность воздуха в периодически обслуживаемых помещениях, уровни загрязнения поверхностей помещений и находящегося в них оборудования;
- перечень и количественные значения технологических параметров эксплуатации ЯЭУ (эксплуатационный предел повреждения твэлов, величина протечек теплоносителя и т. д.), поддержание которых обеспечивает ра-

зумно достижимые низкие уровни радиационного воздействия.

### *11.2. Источники радиации*

11.2.1. Оборудование, содержащее РВ.

Необходимо приводить данные о содержании РВ в элементах оборудования (за исключением систем обращения с РАО, рассмотренных в разделе 10), которые являются источниками излучений, учитываемыми при расчетах и проектировании биологической защиты.

Следует описывать:

- активную зону реактора как источника, определяющего уровни ионизирующего излучения при работе реактора на мощности в помещениях за биологической защитой, где возможно присутствие обслуживающего персонала, а также как источника продуктов деления, поступающих в первый контур;
- материалы корпуса и других конструктивных элементов реактора как источник захватного и активационного гамма-излучения;
- первый контур как источник продуктов активации теплоносителя первого контура и активированных продуктов коррозии, а также продуктов деления, попадающих в теплоноситель из-за дефектов оболочек твэлов;
- второй контур как источник РВ при межконтурных течах теплоносителя первого контура;
- третий контур как возможный источник РВ при нарушениях нормальной эксплуатации и проектных авариях;
- другие системы и оборудование ЯЭУ, которые при работе могут содержать или накапливать РВ;
- прочие источники излучения, включая пусковые нейтронные источники, источники для поверки приборов и аппаратуры, источники для гамма-дефектоскопии, побочные продукты ядерных реакций и любые другие, требующие защиты от радиации.

Описание источников излучения (кроме активной зоны реактора) должно содержать таблицу радионуклидного состава и энергий излучения, данные об активности, геометрические параметры источника, а также исходные данные для определения приведенных величин.

В ООБ следует приводить данные о радионуклидном составе, количестве и физико-химических формах всех источников ионизирующего излучения, создающих годовую эффективную дозу более 10 мкЗв и коллективную годовую дозу более 1 чел-Зв при любых условиях их использования.

Необходимо обосновывать соответствие выхода продуктов деления в теплоноситель нормативному эксплуатационному пределу повреждения твэл при работе на мощности. Для аварийных ситуаций и переходных режимов следует учитывать увеличение выхода продуктов деления в теплоноситель из ЯТ.

Информацию представлять таким образом, чтобы она могла служить исходными данными для выполнения расчетов биологической защиты.

На чертежах общего расположения энергетической установки и планах показывать расположение всех источников излучения, а также возможных и реальных путей переноса РВ.

11.2.2. Источники газообразных РВ.

Следует описывать учитывающиеся при разработке мер защиты и оценке доз профессионального облучения источники поступления газообразных РВ в атмосферу помещений контролируемой зоны. Наряду с источниками, существующими при нормальной эксплуатации, следует описывать источники, появляющиеся в результате отказов основного оборудования, при ремонтных работах (вскрытии реактора, перемещении ОЯТ и т.п., а также при выводе ЯЭУ судна из эксплуатации).

Описание должно содержать рассчитанные концентрации радиоактивных газов и аэрозолей, ожидаемые в нормальных эксплуатационных, переходных режимах, при прогнозируемых эксплуатационных событиях в зоне строгого режима и при выводе ЯЭУ судна из эксплуатации.

Необходимо представлять модели, параметры и исходные данные, требуемые для расчета концентрации радиоактивных газов и аэрозолей. При отсутствии исходных данных могут быть использованы данные эксплуатации аналогичных ЯЭУ.

### *11.3. Особенности проекта в части радиационной защиты*

11.3.1. План размещения оборудования и компоновки помещений судна.

Необходимо представлять план (в масштабе) помещений судна с компоновкой в них технологического оборудования, являющегося источником радиации, а также всех источников излучений, описанных в разделе 10 и подразделе 11.2.

На плане следует показывать:

- границы контролируемой зоны и разделение ее помещений на необслуживаемые, периодически обслуживаемые и обслуживаемые, а также помещения наблюдаемой зоны;
- размещение санпропускников, медицинских постов и т. д.;
- схемы движения персонала, доставки чистого и удаления загрязненного оборудования и материалов;
- размещение мест для хранения загрязненного оборудования, участков дезактивации, мест сбора ТРО;
- расположение датчиков системы радиационного контроля;
- размещение лабораторий (при их наличии) для анализа проб радиоактивных сред (химической, радиохимической, радиометрической, спектрометрической при их наличии), лаборатории индивидуального дозиметрического контроля, ремонтно-градуировочной лаборатории (мастерской, при наличии), хранилища источников ионизирующего излучения.

Необходимо представлять принятую в проекте классификацию зон и помещений судна, являющуюся основой для проектирования биологической защиты от проникающих излучений и предотвращения загрязнения РВ воздуха обслуживаемых помещений контролируемой зоны.

Компоновка помещений контролируемой зоны выполняется таким образом, чтобы персонал для доступа в зону с низкими значениями мощности дозы не проходил через зону с высокими значениями мощности дозы или для доступа в зону с меньшим уровнем загрязнения – через зону с высоким уровнем загрязнения.

11.3.2. Конструктивные особенности систем и элементов оборудования.

Приводить проектные характеристики оборудования и элементов, позволяющие обеспечивать снижение доз облучения в соответствии с принципом ALARA, и иллюстрировать на

примерах, как эти характеристики влияют на основные требования к регламенту эксплуатации, описанные в п. 11.1.3.

В описании должны содержаться разделы, показывающие конструктивные особенности, сокращающие техническое обслуживание или другие операции в радиационных полях, уменьшающие интенсивность источников, а также обеспечивающие быстрый вход в помещения, легкий доступ к месту работы, дистанционное осуществление операций или уменьшение времени пребывания, другие меры, снижающие облучение персонала.

Следует приводить описание используемых в проекте методов уменьшения образования, распределения и накопления активированных продуктов коррозии, в том числе путем уменьшения скорости коррозии и эрозии материалов контура, использования в первом контуре материалов с минимально возможным содержанием кобальта, соблюдения оптимальных химических режимов теплоносителей, сведения к минимуму застойных зон, где могут накапливаться продукты активации. Примеры иллюстративного характера необходимо представлять, включая чертежи оборудования и схемы трубопроводов для таких элементов, которые требуют доступа персонала при работе ЯЭУ на мощности. Следует показывать расположение точек отбора проб, КИП и аппаратуры, панелей управления.

Предусматривать средства и методы обеспечения герметичности оборудования и обнаружения течей радиоактивных сред, приводить перечень таких средств.

11.3.3. Биологическая защита.

Необходимо представлять:

- информацию о биологической защите для каждого из источников радиации, описанных в разделе 10 и в подразделе 11.2, включая характеристики защитных материалов, толщину покрытий, методы определения параметров защиты, геометрические параметры источника и защиты;
- специальные защитные устройства и оборудование, включающее контейнеры, чехлы, экраны, погрузочное оборудование и т.п., которые используются при обращении с РВ любого вида;
- расчетные программы с принятыми допущениями и технику, используемую для расчетов защиты, результа-

ты расчетов, в том числе расчетный уровень излучений в наблюдаемой зоне, помещениях III категории контролируемой зоны, в процессе нормальной эксплуатации, проектных авариях и при выводе ЯЭУ из эксплуатации.

11.3.4. Системы вентиляции, очистки и кондиционирования.

11.3.4.1. Необходимо:

- описывать основные параметры проекта систем вентиляции контролируемой зоны, включая ремонтную вентиляцию, с точки зрения защиты персонала, а также любые элементы обеспечения безопасности персонала, относящиеся к системам вентиляции;
- показывать, что в основу проектирования положен принцип раздельной вентиляции помещений контролируемой и наблюдаемой зон, что должно исключать поступление воздуха из контролируемой зоны в другие зоны;
- приводить предусмотренные проектом меры по очистке воздуха от радиоактивных газов и аэрозолей, включая план помещений, где проводится очистка и где размещаются узлы очистки, схемы системы вентиляции;
- показывать условия обслуживания, описывать средства контроля, испытаний и изоляции систем, средства определения эффективности очистки воздуха, замены и транспортирования отработанных кассет фильтров. Приводить характеристики применяемых средств очистки воздуха, критерии замены фильтрующих элементов, перечень НД. Приводить коэффициенты очистки, принятые при анализе радиационной безопасности, при этом из-за значительной зависимости от условий фильтрации при оценке радиационной обстановки они должны приниматься, исходя из наиболее жестких условий работы систем очистки (расчетные размеры аэрозольных частиц принимать равными размерам наиболее проникающих частиц для каждого фильтра, для йодных фильтров и газовых сорбентов принимать наиболее неблагоприятные температурно-влажностные характеристики из всех возможных).

11.3.4.2. Следует приводить схему трубопроводов рабочей воды системы кондиционирования с расположением всех

охладителей помещений ЯЭУ, технические характеристики холодильных машин, показывать их резервирование, режимы работы, в том числе при проектных авариях, включая полное обесточивание ЯЭУ. Представлять расчеты максимально возможных тепловыделений с поверхностей оборудования и трубопроводов, номограммы распределения температур в помещениях ЯЭУ при отсутствии циркуляции рабочей воды:

- в системах кондиционирования и охлаждающей воды;
- охлаждающей забортной воды.

11.3.5. Система радиационного дозиметрического контроля на судне. Пробоотбор радиоактивных технологических сред.

Необходимо представлять критерии выбора технических средств радиационного контроля, формирования схемы точек отбора и размещения аппаратуры. Описывать предусмотренные проектом технические средства радиационного контроля на судне, включая аппаратуру:

- непрерывного контроля на основе стационарных автоматизированных систем и стационарных приборов;
- оперативного контроля на основе переносных, передвижных приборов и установок;
- лабораторного анализа на основе лабораторных установок, средств отбора и подготовки радиоактивных проб для анализов;
- индивидуального контроля облучения персонала.

Приводить перечень объектов радиационного контроля и классификацию типов контроля, а также указывать категорию пожаростойкости системы и элементов ее оборудования, категорию системы по назначению.

Описание должно включать основные технические характеристики (контролируемые параметры, типы датчиков и их количество, диапазон измерений, основную погрешность), сведения о методах и средствах метрологического обеспечения, информацию об установках сигнализации и регистрирующих устройствах, расположении датчиков, показывающих (считывающих) и сигнализирующих устройств. Следует представлять схемы пробоотборных линий с арматурой.

Показывать, какое исполнение имеют технические средства, удовлетворяют ли они требованиям пожарной, электрической и механической безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004-85, ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 25861-83.

Необходимо приводить расположение точек отбора проб воздуха для контроля газоаэрозольной активности, описывать систему отбора проб воздуха и представлять критерии и методы получения представительных результатов измерений концентрации радиоактивных газов и аэрозолей.

Следует описывать возможности технических средств радиационного контроля в части измерения параметров радиационной обстановки, в том числе излучения большой мощности и доз облучения персонала в случае радиационной аварии, обосновывать необходимость в дополнительной контрольно-измерительной аппаратуре для проведения таких измерений, приводить сведения о возможностях резервирования измерительных каналов, средств представления и документирования информации.

Необходимо представлять перечень оборудования для контроля загрязнения альфа-активными веществами кожных покровов, одежды, оборудования и различных поверхностей, показывать организацию контроля радиационных параметров при выгрузке ОЯТ и загрузке необлученного ЯТ, приводить перечень контролируемых радиационных параметров.

Описывать программно-математическое обеспечение средств обработки и представления информации, программы, обеспечивающие прогноз радиационных последствий событий на судне, сбор, хранение и систематизацию данных о радиационном загрязнении окружающей среды, дозах облучения персонала и населения.

### *11.4. Оценка дозовых затрат при эксплуатации и авариях*

Необходимо представлять оценку годовой продолжительности пребывания персонала в помещениях контролируемой зоны при нормальной эксплуатации и ремонтных работах.

Для описанных в подразделе 11.2.2 помещений контролируемой зоны, где ожидается газоаэрозольная активность, приводить оценку длительности пребывания персонала (в человеко-часах) и оценку величины поступления РВ в организм человека за счет ингаляции.

Представлять оценку годовой индивидуальной дозы (суммарной и отдельно внешнего и внутреннего облучения) и дозовых затрат персонала (коллективной дозы) в соответствии с НД

при выполнении таких функций, как эксплуатация, техническое обслуживание, контроль и обследование сварных соединений, обращение с РАО, перегрузка активной зоны реактора, ремонтные работы.

Показывать, что дозы облучения и дозовые затраты персонала оцениваются в динамике в зависимости от срока эксплуатации ЯЭУ судна.

Указывать исходные данные, методы и модели расчета и допущения, принятые при определении вышеперечисленных величин. Если оценочные (прогнозируемые) дозы облучения и дозовые затраты будут неприемлемо велики, описывать мероприятия, предусматриваемые проектом, с целью их уменьшения до приемлемых величин.

Информация о дозах облучения и дозовых затратах персонала, полученная в ходе эксплуатации аналогичных ЯЭУ, может быть использована для оценки доз и дозовых затрат при выполнении не поддающихся прогнозу операций с учетом определенных консервативных предпосылок.

Представлять оценку годовой дозы на границах контролируемой зоны в районах расположения основных источников радиоактивности (хранилищ РАО, мест радиоактивных сбросов и выбросов).

Оценивать дозы облучения персонала при проектных авариях. Указывать исходные данные, методы и модели расчетов, принятые допущения.

# 12. СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Раздел должен содержать информацию о СБ, предусмотренных проектом ЯЭУ судна для работы при возникновении нарушений нормальной эксплуатации и авариях (реактивностных, связанных с нарушением теплоотвода или целостности первого контура) и предназначенных для надежного вывода реактора из действия, расхолаживания установки (отвода остаточных тепловыделений), а также надежной локализации радиоактивных выбросов или в случае необходимости удержания расплавленной активной зоны.

СБ должны вступать в работу при превышении уставок срабатывания (до превышения пределов безопасной эксплуатации) и отказе систем нормальной эксплуатации.

Следует представлять подробную информацию о СБ (ЗСБ, ЛСБ и ОСБ) ЯЭУ судна и о выполняемых ими функциях безопасности по предотвращению аварий или ограничению их последствий (требования к УСБ приведены в подразделе 7.3).

В разделе необходимо приводить перечень и анализ работы систем нормальной эксплуатации, выполняющих при авариях функции СБ.

Анализ аварийных ситуаций, проектных и запроектных аварий и их последствий представлять в разделе 15, где указывать вместе с необходимыми обосновывающими материалами оценки способности СБ выполнять предназначенные им функции как при нормальной эксплуатации, так и при отказах.

Включенные в ООБ оценки должны быть гарантированно правильны, достаточно полны и все необходимые анализы выполнены. Должны приводиться ссылки на анализы, включенные в другие разделы, если они имеют отношение к СБ.

## *12.1. Защитные системы безопасности*

В подразделе следует приводить информацию о ЗСБ для аварийного вывода реактора из действия, включающих:

1. Систему аварийного охлаждения активной зоны.
2. Систему защиты первого контура от превышения давления.
3. Систему защиты второго контура от превышения давления.

4. Систему ввода жидкого поглотителя (если таковая имеется).

5. Систему аварийной подачи воды в реактор.

Если в РУ есть другие ЗСБ, то их следует описывать в соответствии с требованиями раздела "Общие положения" ООБ.

Структура описания ЗСБ:

12.1.1. Проектные основы.

12.1.1.1. Назначение и функции.

Приводить:

- назначение системы с указанием выполняемых ею функций;
- дополнительные функции безопасности и нормальной эксплуатации, которые выполняют элементы системы;
- класс безопасности (классификационное обозначение) элементов системы (оборудование, арматура, трубопроводы, контуры измерения) в соответствии с требованиями НД.

12.1.1.2. Исходные данные.

Приводить:

- перечень НД по безопасности, требованиям которых должна удовлетворять система;
- исходные данные для проектирования, определяющие требуемые характеристики и параметры системы, внешние условия, при которых эти характеристики должны быть получены;
- данные о параметрах среды в помещении, при которых гарантируется нормальная работа элементов.

12.1.1.3. Принципы проектирования.

Показывать, что в основу проекта системы положены принципы и критерии, в том числе принципы обеспечения безопасности:

а) принцип единичного отказа. Показывать, что система спроектирована с учетом принципа единичного отказа;

б) принцип резервирования. Показывать:

- что в проекте принято резервирование отдельных элементов систем с целью повышения надежности систем;
- каким образом при анализе надежности и достаточности резервирования систем, осуществляющих функцию безопасности, учитываются ожидаемые периоды про-

стоев, связанных с техническим обслуживанием, испытаниями и ремонтом при работающей ЯЭУ;

в) принцип разнообразия. Показывать, каким образом используется принцип разнообразия при проектировании систем и элементов для исключения отказов по общей причине;

г) принцип разделения. Указывать физические барьеры, разделяющие каналы систем или разнесение в пространстве, для исключения отказов по общей причине (пожаров, затопления и др.).

Необходимо перечислять способы включения (управления) в работу элементов системы, а также сигналы, по которым производится запуск системы, требуемые источники энергии и рабочей среды.

12.1.1.4. Требования к связанным системам.

Следует указывать требования к системам, которые обеспечивают функционирование данной системы безопасности и имеют с ней связи по системам пара, воды, электропитания, вентиляции и пр.

12.1.1.5. Требования к компоновке.

Необходимо указывать требования к размещению оборудования и его взаимному расположению, трассировке трубопроводов и других элементов.

12.1.2. Проект системы.

12.1.2.1. Описание технологической схемы.

Следует приводить следующую информацию:

а) состав и основные технические характеристики системы и ее элементов;

б) описания конструкции и (или) технологической схемы системы в целом и ее подсистем, элементов, если они выполняют самостоятельные функции;

в) сведения об отводе тепла от систем: характеристика тепловыделений, охлаждающие среды; подача сред, характеристика механических примесей;

г) сведения об очистке воды от РВ и механических примесей: средства очистки, кратность водообмена, меры по предотвращению засорения элементов системы и потери их теплопередающих и пропускных свойств (засорение теплообменников, фильтров, сеток и т.п.).

Показывать, что элементы системы выдерживают параметры окружающей среды (давление, температуру, качку судна,

статические крен и дифферент, вибрацию, ударные нагрузки, влажность и радиационные поля, возникающие при эксплуатации), действующие на элементы системы во всех режимах работы.

12.1.2.2. Обоснование требуемых характеристик и параметров.

Следует обосновывать следующие характеристики и параметры рабочих сред:

- расход, давление, температуру, объем емкостей, концентрацию борной кислоты, гидравлическое сопротивление трактов;
- основные характеристики арматуры, в том числе динамические характеристики (быстродействие, принцип действия);
- резервирование в системе активных элементов, источников энергии, КИП и т.д. (при необходимости допускается перенос характеристик в другие разделы).

12.1.2.3. Описание элементов.

Описание элементов приводить согласно типовой структуре описания, указанной в подразделе 12.2.

12.1.2.4. Описание используемых материалов.

Необходимо приводить описание используемых материалов оборудования и трубопроводов системы, в том числе обоснование выбора материалов с учетом условий нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации и проектных аварий, сведения об аттестации материалов, их экспериментальном обосновании.

12.1.2.5. Защита от превышения давления.

Следует показывать, каким образом в системе обеспечена защита от превышения давления (во всех режимах работы), обеспечивающая сохранение работоспособности элементов системы, приводить ее характеристики.

12.1.2.6. Размещение оборудования.

Необходимо приводить следующую информацию:

- достаточно подробные чертежи и рисунки, иллюстрирующие размещение элементов и работу системы, ее пространственное расположение и связи с другими системами ЯЭУ;
- размещение оборудования системы, в том числе радиационную защищенность;

- доступность элементов для проведения контроля состояния, инспекций, работ по техническому обслуживанию, испытаний, дезактивации и ремонту, дозы облучения персонала при обслуживании не превышают установленных пределов;
- учет проектных условий нагружения (от собственного веса, динамических воздействий, температурного расширения на стационарных и переходных режимах);
- описание всех установленных на трубопроводах и оборудовании ограничителей перемещений, опор и амортизаторов;
- обеспечение восприятия температурных перемещений;
- показывать, что размещение элементов удовлетворяет требованиям к компоновке системы.

12.1.2.7. Включение и отключение системы.

Необходимо формулировать перечень постулируемых исходных событий, требующих включения системы в работу. Приводить алгоритм функционирования системы.

12.1.2.8. Защита системы от пожаров и затоплений.

Указывать средства и способы защиты от пожаров и затоплений тех помещений, где размещены элементы системы.

12.1.2.9. Электроснабжение системы.

Необходимо приводить следующую информацию:

- схему (в сокращенном виде) электроснабжения элементов (электропотребителей) системы;
- распределение потребностей по системам и категориям электроснабжения;
- график подключения потребителей в процессе пуска системы;
- допустимые отклонения по времени включения, частоте и напряжению.

12.1.2.10. Снабжение сжатым воздухом.

Необходимо приводить следующую информацию: схему (в сокращенном виде) снабжения воздухом элементов системы; расход, параметры и качество воздуха; описание работы системы, включая ее функционирование при отказах.

12.1.2.11. Характеристики маслоснабжения.

Для каждого потребителя масла необходимо приводить: расход, объем, параметры и качество масла; регламент замены и удаления масла.

12.1.2.12. Характеристика снабжения водой.

Необходимо указывать запасы воды в емкостях заполнения и подпитки. Для подпитки необходимо приводить следующую информацию: расход, параметры, допустимые перерывы в подаче воды.

12.1.2.13. Вентиляция помещений.

Для помещений (где расположены элементы системы) необходимо приводить следующую информацию: характеристики вентиляторов и вентиляционных систем, количество тепловыделений, количество поступающих газов и аэрозолей, кратность воздухообмена.

12.1.2.14. Газоудаление и газовые сдувки.

Следует показывать газоудаление и газовые сдувки из системы при ее функционировании.

12.1.2.15. Средства обеспечения пожаробезопасности.

Необходимо указывать средства обеспечения пожаробезопасности (средства обнаружения пожара и оповещения о пожаре, применение соответствующих материалов при изготовлении элементов системы и пр.).

12.1.3. Управление и контроль работы системы ЗСБ.

12.1.3.1. Точки контроля.

Необходимо представлять перечень контролируемых параметров системы (в том числе резервирование КИП) в табличной форме.

| Наименование параметра | Индекс точки контроля | Характеристика контролируемого параметра | | Рекомендуемый тип датчика | Представление информации (место, форма) | Действия по уставке | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | номинальное значение | величина уставки | | | | |
| | | | | | | | |

12.1.3.2. Характеристики управления и регулирования.

Необходимо представлять следующую информацию:

- перечень арматуры, механизмов системы ЗСБ и алгоритмы их работы в табличной форме;

| Наименование механизма | Тип механического привода арматуры | Параметры перекачиваемой среды | Количество | Состояние арматуры, механизма | Характер управления | Представление информации (место, форма) | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |

- наличие средств поддержки оператора в управлении системой и элементами;
- обитаемость постов управления системой.

12.1.3.3. Информация, представляемая оператору на средствах отображения ЦПУ.

Необходимо представлять оператору следующую информацию:

- готовность (или неготовность) ЗСБ к выполнению функции безопасности;
- превышение рабочими параметрами установленных эксплуатационных пределов;
- возникающие в процессе работы ЯЭУ отклонения от условий нормальной эксплуатации ЗСБ;
- необходимость осуществления функций безопасности;
- осуществление ЗСБ функций безопасности;
- функции безопасности осуществлены или произошел отказ в выполнении функций.

12.1.4. Испытания и проверки.

12.1.4.1. Обеспечение качества системы ЗСБ.

Следует приводить основные требования к обеспечению качества системы и ее элементов при проектировании, изготовлении, строительстве, монтаже и эксплуатации в соответствии с ПОК(П), (Р), (И), (С), (ВЭ).

12.1.4.2. Перечень потенциально ядерно-опасных работ.

Необходимо представлять перечень потенциально ядерно-опасных работ при монтаже, испытаниях, эксплуатации, ремонте и выводе из эксплуатации системы и ее элементов.

12.1.4.3. Объемы и методики испытаний.

Следует обосновывать объемы и методики межведомственных, пусконаладочных испытаний, испытаний и проверок в период эксплуатации, их метрологическое обеспечение; представлять и обосновывать перечень и допустимые значения кон-

тролируемых при этом параметров и требования к используемой при испытаниях КИП и аппаратуре.

12.1.4.4. Контроль состояния и испытания системы.

Необходимо представлять информацию о методах, объеме и сроках проведения контроля состояния и испытаний системы в процессе эксплуатации РУ, характеристике мероприятий, предусмотренных для этих целей проектом, и показывать их соответствие требованиям НД.

Приводить схему гидроиспытаний системы и ее параметры.

12.1.4.5. Регламент технического обслуживания и проверки.

Необходимо представлять регламент технического обслуживания и периодических опробований систем и (или) отдельных их элементов.

12.1.4.6. Диагностика системы.

Необходимо представлять методы и средства контроля вибрации, шумов, течей, других скрытых дефектов.

12.1.5. Анализ проекта ЗСБ.

12.1.5.1. Показатели надежности системы.

Необходимо показывать количественный анализ надежности системы с учетом независимых отказов ее элементов, отказа по общей причине, ошибки персонала.

12.1.5.2. Нормальная эксплуатация.

Следует приводить описание функционирования системы и связанные с ней действия оператора (персонала) при нормальной эксплуатации.

12.1.5.3. Отказы при нормальной эксплуатации.

Необходимо приводить анализ отказов элементов системы, включая ошибки персонала, и анализ влияния последствий отказов, в том числе по общей причине, на работоспособность системы и связанных с ней систем на безопасность ЯЭУ в целом. Выделять отказы, требующие специального рассмотрения в разделе 15.

12.1.5.4. Функционирование системы при авариях.

Следует показывать функционирование системы при проектных авариях с учетом отказов элементов системы, включая ошибки персонала и отказы по общей причине.

Приводить время задержки, в течение которого неправильные действия оператора в аварийных условиях не вызовут

опасных последствий. Показывать, как системы защищены от несанкционированного вмешательства операторов.

Показывать возможность использования систем и ее элементов при управлении запроектными авариями.

12.1.5.5. Анализ безопасности проекта ЗСБ.

Необходимо приводить перечень расчетных программ, использованных для анализа безопасности системы, сведения об аттестации расчетных программ и их верификации. Объем информации должен быть достаточен для проведения при необходимости независимых альтернативных расчетов. Информацию о расчетах следует группировать по следующим группам:

- тепловые и гидравлические расчеты;
- расчет элементов систем на прочность;
- расчеты радиационной обстановки после срабатывания ЗСБ;
- расчеты показателей надежности системы и ее элементов.
- Информация о расчетах должна состоять из следующих составных частей:
- списка всех проведенных расчетов;
- перечня методик и программ, используемых для обоснования безопасности, с указанием области применения, принятых допущений, сведений об аттестации программ;
- анализа результатов расчетов;
- выводов.

Если для обоснования безопасности проекта системы проводились эксперименты, следует описывать условия экспериментов, давать анализ соответствия их расчетным условиям, описывать экспериментальную базу, метрологическое обеспечение проведения экспериментов, давать интерпретацию результатов применительно к расчетным условиям.

Дополнительная информация:

- список всех проведенных экспериментальных работ;
- анализ результатов экспериментов с выводами;
- перечень работ, которые следует проводить на стадии разработки рабочей документации.

12.1.5.6. Сравнение с аналогичными проектами ЗСБ.

Следует приводить результаты сравнительного анализа с аналогичными проектами ЗСБ, показывать характерные недостатки использовавшихся ранее систем и конструктивные меры, использованные в данной ЗСБ.

Каждый подраздел раздела 12 должен завершаться анализом выполнения требований, принципов и критериев соответствующих НД по безопасности. При изложении информации возможны ссылки на другие разделы, где эта информация приведена более подробно.

Конкретное содержание каждого подраздела может меняться в зависимости от особенностей системы. Допускается опускать отдельные подразделы или дополнять их другими, если это определяется особенностями системы.

12.1.5.7. Выводы.

Необходимо сделать выводы о соответствии системы ее функциональному предназначению и о соответствии требованиям НД по безопасности.

## *12.2. Структура описания элементов защитных систем безопасности*

12.2.1. Проектные основы.

12.2.1.1. Назначение и функции.

Следует указывать:

- назначение элемента и выполняемые им функции;
- дополнительные функции безопасности и нормальной эксплуатации, которые выполняют элементы системы;
- класс безопасности (классификационное обозначение) элемента системы в соответствии с требованиями НД.

12.2.1.2. Исходные данные.

Необходимо приводить:

- перечень НД, требованиям которых должен удовлетворять описываемый элемент;
- исходные данные для проектирования, определяющие требуемые характеристики и параметры элемента, внешние условия, при которых эти характеристики должны быть получены;
- данные о параметрах среды в помещении, при которых гарантируется нормальная работа элемента.

12.2.1.3. Принципы проектирования.

Необходимо приводить принципиальные решения, положенные в основу проекта элемента.

12.2.1.4. Требования к связанным системам.

Необходимо указывать требования к системам, которые обеспечивают функционирование данного элемента и имеют с ним связи по системам пара, воды, электропитания, вентиляции и другим средам.

12.2.1.5. Требования к компоновке.

Указывать требования к установке элемента.

12.2.2. Проект элемента.

12.2.2.1. Описание конструкции элемента.

Необходимо приводить следующую информацию:

а) основные технические характеристики элемента;

б) описания конструкции элемента;

в) достаточно подробные чертежи, рисунки и схемы, иллюстрирующие конструкцию и работу элемента;

г) параметры окружающей среды, действующие на элемент во всех режимах эксплуатации. Показывать, что элемент проектировался с учетом возможности выдерживать условия окружающей среды (давление, температура, качка судна, статические крен и дифферент, вибрация, ударные нагрузки, влажность и радиационные поля, возникающие при эксплуатации). Отмечать, что данные условия должны выдерживаться элементом во время проектных аварий и после них, а также в течение всего срока службы элемента;

д) сведения об отводе тепла от элемента: характеристику тепловыделений, охлаждающие среды, подачи сред, характеристику механических примесей;

е) сведения об очистке воды от РВ и механических примесей: средства очистки, кратность водообмена, меры по предотвращению засорения элемента и потери его теплопередающих и пропускных свойств (засорение теплообменников, фильтров, сеток и т.п.);

ж) характеристики маслоснабжения элемента при необходимости: расход, объем, параметры и качество масла; регламент замены и удаления масла;

з) ремонтопригодность;

и) маркировку, окраску, антикоррозионную защиту;

к) наименование завода-изготовителя.

12.2.2.2. Описание используемых материалов.

Необходимо приводить описание используемых материалов элемента, в том числе обоснование выбора материалов с учетом условий нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации, включая аварийные ситуации и аварии, сведения об аттестации материалов, их экспериментальном обосновании.

Материал следует излагать в следующей последовательности:

- данные о конструкционных и сварочных материалах, а также об их совместимости с технологическими средами;
- обоснование выбора материалов с учетом условий нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации, включая аварийные ситуации и аварии, сведения об аттестации материалов, их экспериментальном обосновании;
- сведения о контроле состояния металла элемента;
- информация о методах, объеме и сроках проведения контроля состояния и испытаний элемента в процессе эксплуатации РУ, характеристике мероприятий, предусмотренных для этих целей проектом, и их соответствие требованиям НД.

12.2.2.3. Защита от превышения давления.

12.2.2.4. Размещение элемента.

Необходимо представлять дополнительную информацию об элементах систем, учитывающую специфику этих элементов.

1. Трубопроводы и их элементы:

- перечень трубопроводов;
- конструкция, расположение, компоновка, условия трассировки, уклоны;
- конструкция опор, креплений, подвесок, проходок, компенсаторов;
- трубопроводы дренажа и воздухоудаления;
- данные о сварке;
- допустимые скорости разогрева, расхолаживания;
- данные о предохранительных устройствах;
- основные данные входного контроля, контроля при изготовлении, монтаже (качество металла, сварки, результаты гидравлических испытаний);

- перечень контролируемых параметров и объем диагностики во время эксплуатации (состояние основного металла и сварных швов, перемещения и вибрации, эрозионный и коррозионный износ, химический состав сред, состояние теплоизоляции);
- конструкция и расчет теплоизоляции.

2. Арматура:
- перечень арматуры;
- данные о совместимости конструкционных и сварочных материалов с технологическими средами;
- характеристики (герметичность, гидравлическое сопротивление, давление открытия для обратных клапанов);
- данные о приводе;
- параметры привода;
- время срабатывания;
- допустимый перепад давления;
- условия компоновки, расположения, наружной среды;
- конструкция опор, креплений;
- допустимые скорости разогрева и расхолаживания;
- перечень контролируемых при эксплуатации параметров и объем диагностики (перемещения, вибрация, износ, герметичность, параметры привода).

3. Теплообменники:
- перечень теплообменников;
- тепловой расчет;
- характеристики: рабочей и охлаждающей сред, параметры сред (давление, температура, расходы и скорости), коэффициент теплопередачи, гидравлические сопротивления контуров, устройства защиты и блокировки, условия компоновки;
- требование к качеству охлаждающей воды;
- данные о КИП;
- конструкция опор, креплений, допустимые скорости разогрева и расхолаживания;
- перечень контролируемых при эксплуатации параметров и объем диагностики (перемещения, вибрации, течи, параметры сред, характеристика механических примесей в средах, изменение коэффициентов теплопередачи);
- конструкция теплоизоляции;

- защита от превышения давления (схема, конструкция и характеристики предохранительных устройств, расчетное и экспериментальное обоснование их работоспособности);
- технология поиска течей трубок, устранения дефектов;
- технология очистки поверхностей теплообмена от загрязнений.

4. Насосные агрегаты:
- перечень насосов;
- характеристики: производительность, напор, мощность, время разворота, запас до кавитации, пусковой ток электродвигателя, высота всасывания, данные о воронкообразовании на всасывании, требования к чистоте воды от механических примесей, виброхарактеристики, температура перекачиваемой воды;
- количество допускаемых пусков в час;
- данные о КИП;
- защиты и блокировки;
- условия компоновки, расположения;
- конструкция опор, креплений;
- условия окружающей среды (температура, влажность);
- перечень контролируемых при эксплуатации параметров и объем диагностики (перемещения, вибрации, протечки сальников, параметры воды и масла, характеристики насоса).

5. Баки:
- перечень баков;
- характеристики: объем, кратность обмена среды;
- конструкция дренажа и воздухоудаления;
- обеспечение равномерности концентрации поглотителя по объему бака;
- технология удаления шлама;
- обеспечение проектного уровня технологической среды и отсутствия переполнения;
- условия компоновки;
- конструкция опор креплений;
- перечень контролируемых при эксплуатации параметров (уровни, значение допустимой течи, параметры сред, концентрация поглотителя).

12.2.3. Управление и контроль.

12.2.3.1. Точки контроля.

12.2.3.2. Характеристики управления и регулирования.

12.2.3.3. Действия оператора.

12.2.4. Испытания и проверки.

12.2.4.1. Требования к обеспечению качества.

В подразделе следует приводить основные требования к обеспечению качества элемента при изготовлении, строительстве и монтаже.

12.2.4.2. Объемы и методики контроля.

Следует обосновывать объемы и методики входного контроля, межведомственных, пусконаладочных испытаний, испытаний и проверок в период эксплуатации, их метрологическое обеспечение; представлять и обосновывать перечень и допустимые значения контролируемых при этом параметров и требования к используемой при испытаниях КИП и аппаратуре.

Приводить следующую информацию об элементе на стадии эксплуатации:

- методы, объем, сроки проведения контроля состояния и испытаний элемента;
- графики технического обслуживания, периодических проверок элемента;
- данные о запасе расходуемых материалов, запасных частей и узлов.

12.2.4.3. Контроль состояния и испытания.

Необходимо представлять информацию о методах, объеме и сроках проведения контроля состояния и испытаний элемента в процессе эксплуатации РУ, характеристике мероприятий, предусмотренных для этих целей проектом, об их соответствии требованиям НД.

По диагностике элемента приводить методы и средства контроля вибрации, шумов и течей.

Представлять схему гидроиспытаний системы и ее параметры.

12.2.4.4. Регламент технического обслуживания и проверки.

Следует указывать регламент технического обслуживания и периодических опробований элементов.

12.2.5. Анализ проекта.

12.2.5.1. Показатели надежности элемента.

Приводить показатели надежности элемента (назначенный срок службы, назначенный ресурс, период непрерывной работы и др.).

Излагать результаты анализа, показывая при этом, что функциональная надежность элементов, выполняющих функции безопасности, удовлетворяет требованиям к характеристикам в соответствии с допущениями, используемыми при анализе исходных событий. Для элементов, относящихся ко второму классу безопасности, следует приводить данные о возможности проверки (диагностики).

12.2.5.2.Нормальная эксплуатация.

Необходимо представлять описание функционирования элемента при НУЭ.

12.2.5.3. Функционирование элемента при отказах.

Следует приводить анализ отказов частей элемента, анализ влияния последствий отказов, в том числе по общей причине, на работоспособность рассматриваемого элемента.

12.2.5.4. Анализ безопасности.

12.2.5.5.Сравнение с аналогичными проектами.

12.2.5.6. Обоснование отступлений от требований нормативной документации.

12.2.6. Выводы.

Следует делать выводы о соответствии элемента требованиям НД по безопасности.

### 12.3. *Локализующие системы безопасности*

12.3.1. Общее описание.

12.3.1.1. Назначение и проектные основы.

Необходимо перечислять все ЛСБ и элементы, выполняющие функции локализации.

Следует приводить:

- формулировку назначения каждой системы, указывать классы безопасности;
- принципы и критерии, положенные в основу проекта системы, включая требования к ней со стороны РУ;
- предельные значения нагрузок на элементы ЛСБ, создаваемых проектными авариями и внешними воздействиями, характерными для судна, допустимые значения показателей надежности;

- информацию о том, как и в каком объеме обеспечивается возможность контроля состояния, технического обслуживания, испытаний, ремонтов, дезактивации ЛСБ и их элементов;
- экспериментальное обоснование работоспособности конструкции ЛСБ и их элементов, описание экспериментальных установок, методику проведения экспериментов и основные результаты экспериментов, экспериментальное обоснование всех режимов работы ЛСБ;
- расчеты, доказывающие, что элементы ЛСБ способны воспринимать без разрушения и нарушения работоспособности нагрузки от постулируемых проектных аварий и внешних воздействий в проектных пределах и в сочетаниях, определяемых НД;
- исходные данные для выполнения этих расчетов, основные допущения при разработке алгоритмов расчета и сами алгоритмы в таком объеме, чтобы эти расчеты могли быть повторены независимым экспертом, сведения о тестировании, верификации и аттестации используемых расчетных программ;
- подтверждение, что все ЛСБ и их элементы выдержат предусмотренное в проекте количество собственных испытаний, а также необходимое количество циклов их нагружения избыточным давлением и разрежением во время испытаний защитной оболочки и защитного ограждения на прочность и герметичность в период ПНР и при эксплуатации, без потери работоспособности;
- время от момента начала проектной аварии с потерей теплоносителя и до момента, когда станет возможным доступ персонала в зону локализации аварии. Это же время должно обосновываться и для запроектных аварий;
- информация о том, каким образом управляются и контролируются активные элементы ЛСБ;
- анализ необходимости, объем контроля и управления активными элементами ЛСБ из ЦПУ; пассивными элементами с механическими движущимися частями из ЦПУ, ПАР или других помещений и местных постов, при этом следует показывать, что учтены требования к вы-

полнению этими элементами при авариях своих функций ограничения выбросов РВ в окружающую среду;

- меры по предотвращению вредного воздействия микроорганизмов на элементы ЛСБ, которые в процессе нормальной эксплуатации имеют контакт с растворами.

12.3.1.2. Описание конструкции и (или) технологической схемы.

Следует представлять:

- описания конструкции и (или) технологической схемы системы с выделением выполняющих самостоятельные функции систем, элементов, включая элементы крепления, опоры, фундаменты и т.п. Описания отдельных элементов можно выделять в самостоятельные подразделы с такой же структурой, как и описание системы в целом;
- подробные рисунки и схемы, иллюстрирующие конструкцию или технологическую схему системы и основные технические характеристики системы и ее элементов.

12.3.1.3. Управление и контроль системы.

Давать описания управления и контроля каждой системы, а также характеристики параметров (уставок), по которым срабатывают технологические защиты и блокировки.

12.3.1.4. Материалы.

Следует приводить обоснование выбора материалов с учетом условий нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации и аварий.

12.3.1.5. Обеспечение качества при изготовлении, монтаже и строительстве.

Приводить программы обеспечения качества для всех элементов ЛСБ при изготовлении, монтаже и строительстве.

12.3.1.6. Контроль и испытания при эксплуатации.

Представлять информацию о методах, объемах и сроках проведения контроля состояния и испытаний системы в процессе эксплуатации судна, характеристику мероприятий, предусмотренных для этих целей проектом, и показывать их соответствие требованиям НД.

12.3.1.7. Функционирование системы.

Описывать функционирование системы, в том числе с учетом возможных отказов в других системах, имеющихся в РУ (в соответствии с принципом единичного отказа), и представ-

лять характеристику предусмотренных проектом мер по защите системы от воздействия этих отказов.

Для каждого режима работы системы, включая отказы других систем, следует приводить основные характеристики (механические, теплогидравлические, физико-химические, прочностные) и показатели надежности, а также показывать, что они не выходят за пределы допустимых значений, определенных в п.12.2.1.1.

12.3.1.8. Работа системы при отказах.

Представлять анализ отказов элементов системы, включая ошибки оператора (в соответствии с принципом единичного отказа), и оценивать влияние последствий отказов на работоспособность системы и безопасность судна в целом.

При этом следует рассматривать отказы пассивных элементов с механическими движущимися частями (например, обратных клапанов), активных элементов (задвижек, насосов и т.п.), контрольно-измерительной аппаратуры как самой системы, так и связанных с ней УСБ и ОСБ. Особое внимание уделять анализу отказов по общей причине, включая возможные пожары.

Для рассматриваемых отказов необходимо приводить качественную и количественную характеристики их последствий, в том числе характеристику изменения основных параметров, влияющих на безопасность судна, показывать воздействие этих отказов на работоспособность других систем.

12.3.1.9. Анализ надежности системы.

На основании данных п.12.2.5.1 следует представлять качественный и количественный анализы надежности системы.

Необходимо показывать, что коэффициент оперативной неготовности ЛСБ при работе ЯЭУ не превышает установленного значения.

12.3.1.10. Оценка проекта системы.

На основе проведенного рассмотрения следует показывать, что проект системы отвечает принятым требованиям, принципам и критериям безопасности.

12.3.2. Защитная оболочка и защитное ограждение.

Дополнительно к пп.12.2.1.1 – 12.2.1.5 ООБ должны перечисляться основные элементы защитной оболочки и защитного ограждения.

Следует показывать, что:

- конструкции защитной оболочки и защитного ограждения обеспечивают выполнение присущих им функций в соответствии с требованиями НД;
- защитная оболочка рассчитана на внутреннее давление, обусловленное аварийным выбросом теплоносителя при разрыве первого контура;
- степень герметичности защитной оболочки соответствует требованиям НД;
- сведения о средствах для испытаний защитной оболочки избыточным давлением при периодических освидетельствованиях и после перегрузки активной зоны проектом определены.

12.3.2.1. Люки, шлюзы, двери.

Необходимо указывать:

- основание и цель выбора тех или иных элементов защитной оболочки, условия, учитываемые при выборе количества шлюзов, люков или дверей;
- назначение каждого люка, шлюза или двери и предъявляемые требования к их герметичности, а также представлять соответствующие чертежи;
- способ и периодичность проверки на герметичность помещений, оборудованных люками, шлюзами, дверями в процессе эксплуатации, а также их доступность;
- что конструкции люков, шлюзов, дверей обеспечивают заданные проектном степень герметичности и кратность ослабления ионизирующего излучения как при нормальной эксплуатации, так и при проектных и учитываемых запроектных авариях;
- значение допустимой утечки через люки, шлюзы, двери при расчетном давлении;
- в какую сторону открываются двери, есть ли сигнализация положения у крышек люков и полотен дверей (загерметизировано, разгерметизировано) на ЦПУ и ПАР и механическая или электрическая блокировка, предотвращающая одновременное открытие обеих дверей шлюза;
- снабжаются ли двери шлюзов клапанами для выравнивания давления с указателями их положения;

- возможность приведения в действие одним человеком вручную механизмов открытия-закрытия полотен дверей и крышек люков как снаружи, так и изнутри защитной оболочки или шлюза;
- как конструкция шлюзов обеспечивает возможность экстренной эвакуации персонала в аварийных ситуациях;
- сведения об аварийном освещении и двусторонней системе связи шлюзов с ЦПУ и ПАР;
- по каким нормам рассчитываются на прочность конструкции люков, шлюзов, дверей и их закладные детали;
- на каких высотных отметках по отношению к настилам в помещениях устанавливаются люки, шлюзы, двери, используемые при эвакуации. Здесь же указывать возникающий при авариях возможный уровень воды на настиле.

12.3.2.2. Проходки.

Необходимо приводить:

- все типы проходок, их схемы и (или) чертежи;
- виды контроля сварных соединений в период изготовления, после монтажа и при эксплуатации;
- значение допустимой утечки через каждую проходку при расчетном давлении среды в защитной оболочке;
- описание выполнения групповых электрических проходок с учетом принципа физического разделения каналов безопасности.

12.3.2.3. Изолирующие устройства

Следует перечислять все пересекающие защитную оболочку трубопроводные коммуникации, представляемые на соответствующих схемах. На этих же схемах необходимо показывать, с какой средой внутри защитной оболочки и вне ее соединены трубопроводы, количество изолирующих устройств и место их установки; формулировать и приводить принципы установки изолирующих устройств на пересекающих защитную оболочку коммуникациях.

Приводить перечень коммуникаций, на которых изолирующие устройства могут не устанавливаться, при этом необходимы соответствующие обоснования.

Показывать, на основании каких расчетов сделан выбор типа изолирующих устройств и учтено их быстродействие,

представлять исходные данные для расчетов, методики и программы расчетов.

Необходимо указывать:

- перечень исходных событий, при которых требуется перекрытие пересекающих защитную оболочку магистралей. По каждой магистрали следует приводить зависимость выброса от времени в случае отказа изолирующих устройств;
- требованиям каких НД должна соответствовать применяемая в качестве изолирующих устройств трубопроводная арматура;
- значения допустимой утечки при расчетном давлении для всех типов изолирующих устройств и общее количество устройств по каждому типу отдельно;
- периодичность испытаний пневмо- и (или) электроприводных изолирующих устройств (при их наличии);
- какая арматура не может применяться в качестве изолирующих устройств;
- какие средства и меры предусматриваются в системе управления изолирующими устройствами для предотвращения несанкционированного открытия или закрытия ведущих к выходу РВ или повреждению важных элементов и систем судна, как в момент аварии, так и в послеаварийный период;
- что при опробовании изолирующих устройств при работе реактора на мощности индивидуально или в составе канала СБ (если такое опробование предусмотрено проектом) уровень безопасности ЯЭУ не снижается.

12.3.2.4. Перепускные и предохранительные устройства.

Необходимо показывать:

- где и с какой целью применяются перепускные и предохранительные устройства (включая устройства для выравнивания внешнего и внутреннего давления при затоплении судна) и как они функционируют;
- в каких случаях защитные оболочки, не оборудованные штатными предохранительными устройствами, снабжаются такими устройствами (например, на период испытаний оболочки на прочность и герметичность);

- что предохранительные устройства обеспечивают герметичность помещения при параметрах проектных аварий;
- как выбирается (исходя из каких условий) количество предохранительных устройств и их пропускная способность;
- что конструкция предохранительных и перепускных устройств обеспечивает проведение индивидуальных испытаний на срабатывание и герметичность, а также замену уплотняющих элементов, осмотр и ремонт при остановленном реакторе;
- что предусмотрены средства и методики для проведения периодических испытаний предохранительных и перепускных устройств на срабатывание и работоспособность.

12.3.3. Системы снижения давления, отвода тепла, удаления водорода и газоаэрозольной очистки.

12.3.3.1. Пассивные конденсаторы пара.

Необходимо показывать:

- основные элементы пассивных конденсаторов пара и приводить соответствующие чертежи;
- что пассивные конденсаторы пара, образующегося при авариях с разгерметизацией первого контура, обладают достаточным запасом хладоагента, обеспечивающего надежную конденсацию всего образующегося пара. В противном случае необходимо показывать, что баки пассивных конденсаторов снабжены насосно-теплообменными установками нужной производительности с необходимым резервированием;
- какими требованиями следует руководствоваться при проектировании переборок пассивного конденсатора пара в случае, если они составляют часть защитной оболочки или защитного ограждения, а также в случае размещения конденсационных устройств в баках;
- что входы в пароподводящие коридоры и выходы из них свободны от различных трубопроводов и оборудования. В противном случае следует показывать, что эти элементы и их крепления рассчитаны на воздействие потока паровоздушной смеси и другие возможные динамические воздействия, а площадь сечения, свобод-

ного от оборудования и трубопроводов, достаточна для обеспечения непревышения расчетных параметров внутри защитной оболочки при авариях с потерей теплоносителя;

- системы заполнения и опорожнения баков, очистки воды в баках, контроля уровня и температуры в них;
- что пассивные конденсаторы пара сохраняют работоспособность при проектных значениях качки, крена и дифферента судна;
- на какие параметры среды (давление, перепад давления, температура и влажность) с учетом ее динамического воздействия рассчитаны баки пассивных конденсаторов пара;
- каким образом исключено повреждение стенок и потолков баков пассивных конденсаторов пара от гидроударов, возможных при барботаже парогазовой смеси, а также от возможного вакуумирования защитной оболочки при авариях или ложных срабатываниях спринклерной системы;
- информацию о доступности поверхности баков для ремонтов и осмотров;
- экспериментальное обоснование работоспособности конструкции пассивных конденсаторов пара, при этом охарактеризовать все возможные режимы их работы.

12.3.3.2. Пассивные спринклерные устройства.

Необходимо указывать:

- основные элементы ПСУ и приводить соответствующие чертежи;
- информацию о доступности поверхностей баков ПСУ для проведения осмотров и ремонтов;
- системы заполнения и дренажа баков ПСУ и устройства для контроля и измерения уровня воды в баках и ее температуры;
- требования к герметичности сифонных труб ПСУ и к их контролю на герметичность, экспериментальное обоснование работоспособности конструкции ПСУ, а также все возможные режимы их работы;
- исходя из каких требований определяется состав раствора, разбрызгиваемого ПСУ, меры по исключению

неоднородности раствора по объему баков и средства очистки и корректировки химического состава.

12.3.3.3. Активная спринклерная система.

Необходимо указывать:

- основные элементы активных спринклерных устройств и приводить соответствующие чертежи;
- учитываемые требования, определяющие химический состав раствора, разбрызгиваемого спринклерной системой, указывать меры по исключению неоднородности раствора по объему в баках спринклерной системы, средства очистки и корректировки химического состава раствора;
- что активная спринклерная система спроектирована и изготовлена так, что ее можно испытывать при условиях, максимально воспроизводящих аварийные, и получать на практике все операции, приводящие в действие систему, включая переход на источник аварийного энергоснабжения;
- экспериментальное обоснование работоспособности всех элементов спринклерной системы для всех возможных режимов ее работы;
- что вредные воздействия на оборудование, связанные с работой спринклерной системы во время испытаний, сведены к минимуму, во время работы реактора на мощности предусмотрена возможность проверки работоспособности активных элементов спринклерной системы, в том числе спринклерных насосов;
- как осуществляется управление активной спринклерной системой из ЦПУ и ПАР при различных авариях;
- наличие запорных устройств на трубопроводах спринклерной системы, независимо от типа привода, сигнализацию положения на ЦПУ и ПАР;.
- как исключается возможность разгерметизации защитной оболочки через трубопроводы спринклерной системы в случае незапуска спринклерного насоса по аварийному сигналу;
- системы контроля теплотехнических параметров активной спринклерной системы (давление, температура, расход) с указанием типа приборов и датчиков, а также

контроля химических показателей разбрызгиваемой воды внутри защитной оболочки.

12.3.3.4. Система вентиляции защитной оболочки.

Следует показывать, что:

- воздушные каналы системы вентиляции защитной оболочки быстро и надежно перекрываются отсечными клапанами в условиях нормальной эксплуатации, при нарушениях нормальной эксплуатации, проектных авариях;
- при использовании системы для работы при нормальной эксплуатации ЯЭУ исключается попадание конденсата или влаги на размещенное в защитной оболочке оборудование;
- системы контроля параметров и управления работой элементов системы вентиляции, выполняющих функции ЛСБ, имеют связь с ЦПУ и ПАР;
- работоспособность конструкции системы вентиляции для всех режимов ее работы экспериментально обоснована.

12.3.3.5. Система контроля концентрации и аварийного удаления водорода.

Необходимо показывать:

- в каких точках помещений защитной оболочки предусмотрен контроль концентрации водорода и куда передается информация о концентрации. Приводить обоснование расположения точек контроля концентрации водорода;
- как и откуда осуществляется управление системой аварийного удаления водорода;
- средства сигнализации, срабатывающие в случае превышения установленного в проекте значения концентрации водорода в защитной оболочке.

Следует представлять:

- информацию о материалах, находящихся внутри защитной оболочки (теплоизоляционных, химических покрытиях и т.п.), которые могут участвовать в химических реакциях со средами при авариях с потерей теплоносителя с образованием водорода;
- расчетное обоснование накопления водорода с учетом всех процессов, протекающих внутри защитной оболоч-

ки, выполнение системой аварийного удаления водорода своих функций при проектных авариях;

- экспериментальное обоснование работоспособности системы аварийного удаления водорода с учетом всех возможных режимов ее работы.

12.3.3.6. Аварийные установки газоаэрозольной очистки.

Следует показывать, что:

- фильтровальные элементы аварийной установки газоочистки доступны при нормальной эксплуатации и в послеаварийный период для их замены, при этом обеспечивается нужная степень герметичности и биологической защиты этих элементов;
- работа установок эффективна и результаты экспериментального обоснования их конструкции учитывают все возможные режимы их работы.

12.3.3.7. Система пассивного отвода тепла из защитной оболочки.

Необходимо приводить чертежи конструкции СПОТ и соответствующие пояснения, результаты экспериментального обоснования работоспособности конструкции СПОТ или соответствующее расчетное обоснование для всех возможных режимов ее работы и результаты ПНР.

12.3.3.8. На РУ могут быть и другие ЛСБ, описание которых следует также приводить в ООБ в соответствии с разделом "Общие положения" ООБ.

12.3.4. Испытания ЛСБ и их элементов.

Необходимо показывать, как ЛСБ и их элементы будут проходить проверку на соответствие проектным характеристикам после изготовления, при вводе в эксплуатацию, после ремонта и периодически в течение всего срока службы судна.

Следует указывать:

- виды испытаний ЛСБ и их элементов на соответствие проектным характеристикам, а также аттестованные методы испытаний;
- на основании каких документов и кем проводятся испытания элементов ЛСБ после их изготовления, монтажа и в процессе эксплуатации;
- когда и какими методами проводятся испытания защитных оболочек и ограждения и их элементов на прочность и герметичность после монтажа и эксплуатации.

Перечислять устройства и (или) системы, необходимые для проведения испытаний.

Указывать:

- когда, как и с какой целью проводятся функциональные испытания ЛСБ и их элементов;
- что конкретно проверяется при проведении функциональных испытаний, как производится допуск персонала, назначенного для проведения испытаний;
- порядок допуска персонала к осмотру конструкций во время повышения давления или нагрузки;
- где во время повышения и снижения нагрузок должен находиться персонал и контрольные приборы, занятые в испытаниях;
- запрещенные во время испытаний действия персонала, а также действия персонала после обнаружения дефектов.

12.3.4.1. Испытания на прочность защитной оболочки в период строительства судна.

Следует представлять:

- методику проведения испытаний;
- критерии оценки прочности;
- информацию о конструкции датчиков для измерения параметров напряженно-деформированного состояния и указывать их погрешности.

12.3.4.2. Испытания на герметичность защитной оболочки.

*Следует показывать, каким образом (по каким сигналам)* закрываются изолирующие устройства на пересекающих защитную оболочку коммуникациях при испытаниях на герметичность.

Необходимо приводить описание метода, применяемого для определения степени герметичности защитной оболочки. Показывать, что он удовлетворяет точности определения значения утечки, требует минимальных затрат времени на проведение испытаний при данном значении утечки и аттестован в установленном порядке.

Представлять методику проведения испытаний и указывать меры безопасности, предпринимаемые во время испытаний.

В методике проведения испытаний следует указывать:

- когда и как будет обеспечиваться закрытое положение ручной изолирующей арматуры;
- когда и как будет закрываться изолирующая арматура с пневмо- и электроприводами;
- какими техническими устройствами будет создаваться внутри защитной оболочки избыточное давление воздуха;
- критерий определения стабилизации параметров внутри защитной оболочки;
- частоту регистрации параметров;
- продолжительность выдержки по времени давления в защитной оболочке;
- где и как регистрируются обнаруженные дефекты оболочки;
- количество ступеней испытательного давления при испытаниях защитной оболочки на герметичность в период ПНР;
- критерий оценки результатов испытаний защитной оболочки на герметичность во время предпусковых наладочных работ при расчетном и пониженном давлении и во время эксплуатации при пониженном давлении;
- скорость повышения и снижения давления внутри защитной оболочки во время испытаний на герметичность.

Приводить алгоритм расчета значения утечки при испытаниях защитной оболочки на герметичность.

12.3.4.3. Испытания на герметичность элементов защитной оболочки.

Следует перечислять все элементы защитной оболочки, подвергаемые испытаниям на герметичность.

Представлять чертежи, позволяющие понять конструкцию каждого элемента защитной оболочки, подвергаемого испытаниям, а также методику проведения испытаний, критерии успешного завершения испытаний как в период строительства судна и ПНР, так и во время эксплуатации.

Необходимо указывать:

- время проведения испытаний;
- требования к элементам защитной оболочки по их доступности для проведения испытаний;

- программу испытаний элементов защитной оболочки в период ПНР;
- объемы входного контроля и послемонтажных испытаний, а также критерии приемки элементов;
- периодичность испытаний элементов защитной оболочки во время эксплуатации и критерии проведения внеочередных испытаний.

12.3.4.4. Гидравлические испытания помещений и баков.

Следует указывать:

- помещения и баки, являющиеся элементами ЛСБ, которые нужно подвергать гидравлическим испытаниям;
- время проведения испытаний;
- методику проведения гидравлических испытаний;
- критерии досрочного прекращения испытаний, а также успешного их проведения.

12.3.4.5. Функциональные испытания активной спринклерной системы и водосборников насосов спринклерной системы.

Необходимо указывать:

- время проведения функциональных испытаний активной спринклерной системы и водосборников ее насосов;
- объемы проверки во время этих испытаний и методику испытаний;
- критерии успешного проведения испытаний;
- периодичность испытаний;
- документацию, на основании которой проводятся испытания элементов активной спринклерной системы и водосборников ее насосов.

12.3.5. Содержание и техническое обслуживание ЛСБ в процессе эксплуатации.

Следует представлять:

- сведения о документах, в соответствии с требованиями которых будут обслуживаться ЛСБ, об обеспечении безопасности обслуживания ЛСБ и поддержания их исправного состояния;
- основные требования к инструкции по эксплуатации ЛСБ, сведения об объеме и периодичности технического обслуживания и проверок работоспособности ЛСБ, критерии успешности проведения проверок.

Необходимо указывать:

- периодичность и виды проверок активных и пассивных элементов ЛСБ на работоспособность;
- порядок оформления результатов проверок;
- ответственных за разработку инструкций по эксплуатации ЛСБ, занимающихся их подготовкой, согласованием и утверждением;
- состояние ЛСБ при любом уровне мощности реактора;
- состояния ЛСБ, при которых запрещается ввод в действие реактора;
- проверки на ЛСБ после ремонтных работ;
- проверки ЛСБ перед вводом в действие реактора и необходимую для этого документацию;
- перечень элементов ЛСБ, доступ к которым запрещается персоналу при работе реактора на мощности;
- перечень элементов ЛСБ, ограниченный доступ к которым разрешается персоналу при работе реактора на мощности;
- контролируемые параметры систем и элементов ЛСБ при эксплуатации ЯЭУ на мощности;
- время, необходимое для восстановления работоспособности ЛСБ (с обоснованием), по истечении которого, если их работоспособность не восстановлена, реактор переводится в подкритическое состояние;
- документацию, оформляемую по окончании ремонтных работ и проведения проверки функционирования отремонтированного элемента ЛСБ (при необходимости и всей ЛСБ);
- сведения, подлежащие внесению в паспорт ЛСБ.

### *12.4. Обеспечивающие системы безопасности*

В настоящем подразделе ООБ необходимо приводить информацию о следующих ОСБ:

- сжатого воздуха и гидравлических (при их наличии), применяемых в качестве источника энергии для СБ;
- пожаротушения;
- обеспечивающих вентиляционных системах.

Если на судне есть другие ОСБ, то их следует описывать в соответствии с требованиями раздела "Общие положения" ООБ.

Следует приводить все ОСБ, их элементы, предусмотренные в проекте, а также ссылки на другие разделы ООБ, в которых приводится информация об этих системах.

По каждой системе необходимо приводить ее описание по следующей структуре:

12.4.1. Проектные основы.

Требования п. 12.4.1. аналогичны требованиям, изложенным в п. 12.1.1.

Приводить принципы и критерии обеспечения безопасности, заложенные в проект системы, и показывать их выполнение.

12.4.2. Проект системы.

Требования п.12.4.2 аналогичны требованиям, изложенным в п. 12.1.2.

12.4.3. Управление и контроль работы системы.

Приводить описания управления и контроля каждой системы, а также характеристики параметров (уставок), по которым срабатывают технологические защиты и блокировки.

12.4.4. Испытания и проверки.

Следует представлять информацию:

- о ПНР системы, включая ее испытания, при этом указывать цели основных этапов ПНР и приводить описание этих этапов с указанием методов и параметров испытаний;
- о работах, при проведении которых может быть нарушена безопасность, и о мерах, предотвращающих возникновение аварий;
- об обосновании безопасности предпусковых испытаний систем;
- о контроле и испытаниях при эксплуатации ОСБ;
- о методах, объеме и сроках проведения контроля состояния и испытаний ОСБ в процессе эксплуатации ЯЭУ и мероприятиях, предусмотренных для этих целей проектом, показывать их соответствие требованиям НД.

12.4.5. Анализ проекта.

Необходимо представлять:

- качественный и количественный анализы надежности системы в соответствии с требованиями НД. На основе их рассмотрения показывать, что проект системы отвечает предъявляемым требованиям, принципам и критериям безопасности;
- анализ функционирования системы при нормальной эксплуатации, описание функционирования системы по аналогии с п. 12.1.5.
- анализ функционирования системы при отказах. Необходимо представлять анализ отказов элементов системы по аналогии с п. 12.1.5 (анализ безопасности).

Приводить описание ПОК для всех элементов системы при изготовлении и монтаже.

12.4.6. Дополнительная информация.

Необходимо представлять следующие сведения об ОСБ:

а) концепцию, закладываемую в проект системы, в том числе:

- возможность выполнения функции в любой аварийной ситуации, включая обесточивание;
- возможность контроля и испытания в любых режимах нормальной эксплуатации без потери функциональных свойств;
- продолжительность (ограниченную или неограниченную) работы в аварийный период;
- совмещение функций СБ и систем нормальной эксплуатации без снижения уровня безопасности;
- апробированность проектных решений;
- проектные пределы, непревышение которых обеспечивает система;
- сравнение с аналогичными решениями, существующими в мировой практике;
- допущенные отступления от требований норм и правил безопасности;

б) сведения о защите ОСБ от пожаров, затоплений, физического повреждения, механических воздействий, при авариях с разрывом трубопроводов;

в) информацию о возможности работы системы в условиях запроектных аварий;

г) регламент технического обслуживания системы и их проверок;

д) сведения о запасах расходных материалов, запасных частей, смазочных материалов, хладагентов и т.д.

е) данные об управлении системой:

- блокировках на включение и выключение;
- задержках на включение;
- запретах на включение и выключение;

ж) функции управления системой, выполняемые вручную:

- имеющие ограниченный по времени запрет на вмешательство оператора;
- не имеющие ограничения по времени;

з) допустимое время для обеспечения системы питанием:

- порядок включения системы и ее элементов в режиме обесточивания в соответствии с программой ступенчатого пуска.

Представлять сведения:

- о средствах поддержки оператора в управлении системой;
- о характеристике местных постов, с которых система и отдельные ее элементы могут быть введены в действие;
- о контроле состояния оборудования системы, а также о методах и средствах контроля (контроль металла трубопроводов, элементов, состояния узлов, электрического сопротивления);
- о диагностике систем, методах и средствах контроля вибрации, шумов и негерметичности;
- об отводе тепла от системы (тепла, выделяемого при работе оборудования, тепла, снимаемого системой);
- о гидроиспытаниях системы (схемах, параметрах гидроиспытаний);
- о заполнении и подпитке системы (объемах, расходах при заполнении и подпитке);
- о раскреплении элементов системы (ограничителях перемещений, опорах, температурных компенсаторах);

- о стойкости используемых материалов и их покрытий применительно к условиям нормальной эксплуатации и в условиях аварии. Особое внимание уделять образованию вторичных продуктов разложения, представляющих опасность с точки зрения токсичности и взрывоопасности в условиях пребывания системы, отличных от проектных. Например, необходимо рассматривать процесс разложения фреона в холодильных машинах в случае пожара;
- об учете требований к снятию ЯЭУ судна с эксплуатации;
- о взаимосвязи с другими системами и о требованиях к другим системам.

# 13. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Настоящий раздел ООБ должен содержать информацию об организации, объеме, последовательности и сроках ПНР и испытаний, осуществляемых при вводе ЯЭУ судна в эксплуатацию, и касаться оборудования, систем и элементов ЯЭУ судна, имеющих отношение к обеспечению безопасности ее эксплуатации.

Информация должна охватывать все этапы ввода в эксплуатацию, начиная с приемки, монтажа и систем и заканчивая комплексными испытаниями ЯЭУ и судна на номинальной мощности на ходовых испытаниях и сдачей его в эксплуатацию (включая такие виды работ, как пред- и (или) послемонтажная очистка оборудования и контуров, функциональная наладка и испытания отдельных единиц оборудования и арматуры, а также систем в целом, комплексные испытания оборудования ЯЭУ, загрузка активной зоны, физический пуск и нейтронно-физические испытания, теплотехнические и швартовные испытания в соответствии с программами.

В настоящем разделе следует приводить и обосновывать:

- основные, принципиальные положения программы ввода ЯЭУ судна в эксплуатацию с критериями успешности выполнения всех ее этапов и подэтапов, позволяющими оценивать возможность успешного выполнения всего комплекса работ по вводу;
- основные организационно-технические мероприятия ПОК при вводе ЯЭУ в эксплуатацию.
- Информация должна показывать, что:
- требования НД выполнены в полном объеме при вводе в эксплуатацию;
- обеспечена безопасность при проведении наладочных работ и испытаний на всех этапах ввода ЯЭУ в эксплуатацию;
- обеспечена требуемая полнота исследований и проверки всех режимов, характеристик систем и ЯЭУ в целом, имеющих отношение к безопасности ее эксплуатации.

## *13.1. Требования к информации, вносимой в ООБ на этапе ввода ЯЭУ в эксплуатацию*

13.1.1. Общие положения.

Следует определять и обосновывать основные положения программ ввода ЯЭУ в эксплуатацию и обеспечения качества при вводе, включая разделение процесса ввода ЯЭУ в эксплуатацию на этапы и подэтапы, их взаимосвязь, порядок и сроки выполнения каждого этапа или подэтапа, критерии их успешного выполнения, необходимые организационно - технические мероприятия.

При изложении информации о вводе ЯЭУ в эксплуатацию необходимо показывать, что выполняются следующие основные условия:

а) создана организационная структура, обеспечивающая руководство ходом ПНР и испытаний, оперативный анализ их результатов и своевременную корректировку программы работ (при необходимости);

б) оптимизирована последовательность работ по проверкам, наладкам и испытаниям при вводе в эксплуатацию систем и элементов по условиям безопасности, технологичности, выработке ресурса, независимости и безопасности в любой момент испытаний от неиспытанных систем и (или) их оборудования;

в) обеспечены проверки и подтверждены (с документированием) проектные характеристики систем и элементов, в том числе СБ и СВБ;

г) обеспечены в необходимом объеме:

- проверки адекватности эксплуатационных и противоаварийных инструкций, технологических ограничений, пределов и условий безопасной эксплуатации;
- проверки проведения мероприятий по техническому обслуживанию систем и элементов;
- своевременная организация учета режимов работы и циклов нагружения для оборудования, ресурс работы которого ограничен по условиям циклической прочности и долговечности;
- выполнение гарантийных обязательств поставщиками и предприятиями-изготовителями;

д) персонал обладает необходимыми навыками в управлении, эксплуатации и техническом обслуживании ЯЭУ. Перед допуском к работе у него проверены знания.

13.1.2. Организация работ.

Раскрывать предполагаемую организацию проведения работ и структуру взаимодействия как при подготовке, так и в процессе ввода ЯЭУ в эксплуатацию между персоналом ЭО (обладателя лицензии) и представителями научных, проектных, конструкторских, монтажных, строительных, наладочных организаций, организаций-поставщиков и инспекторами органа государственного регулирования безопасности.

Показывать распределение руководящих и исполнительных функций и ответственности, направленное на выполнение целей ввода в эксплуатацию, как между организациями, участвующими в работах, так и исполнителями всех уровней. Организация работ, привлечение предприятий к вводу в эксплуатацию и подбор персонала должны соответствовать требованиям НД.

При изложении информации необходимо отражать:

- организационную структуру ЭО, персонала ЯЭУ и судна, его права и обязанности, требования к квалификации;
- организационные мероприятия, осуществляемые ЭО, разработчиками проекта ЯЭУ и судна, поставщиками оборудования и другими привлекаемыми к выполнению работ организациями (формирование и организационную структуру государственной приемочной комиссии);
- функции организаций, принимающих участие в строительстве ЯЭУ судна их взаимодействие и подчиненность, распределение обязанностей и ответственности, а также требования к квалификации персонала (давать краткую характеристику состава, функций и принципов работы организаций со ссылкой на действующие документы);
- планы привлечения дополнительного персонала для выполнения каждого из этапов ввода в эксплуатацию, требования к его квалификации;
- организационные меры по безопасности, в том числе разработка перечня ПОР и технических требований к их выполнению.

13.1.3. Этапы работ.

Необходимо обосновывать разделение процесса ввода ЯЭУ в эксплуатацию на этапы и подэтапы с учетом особенностей конкретной ЯЭУ и задач, решаемых на каждом этапе (подэтапе), и приводить информацию о содержании основных этапов ввода, обосновывать выбор оптимальной последовательности работ, выполнения и (или) совмещения испытаний, конкретизировать меры по обеспечению контроля за их проведением, определять критерии приемки.

Информация должна приводиться о следующих этапах:

- наладка и ввод в эксплуатацию комплекса систем, обеспечивающего приемку, подготовку и заполнение первого контура ЯЭУ;
- ПНР и приемочные испытания систем СВБ и СБ;
- физический пуск и измерения нейтронно-физических характеристик реактора;
- проведение КШИ и теплотехнических измерений.

Необходимо приводить краткую характеристику и предусматривать объем работ по каждому из этапов и подэтапов ПНР и испытаний, а также отражать специфику и назначение этапов (подэтапов), указывать, каким образом выполняются работы на РУ, в том числе по СБ, показывать взаимосвязь с другими строящимися или работающими РУ. Показывать, что предусмотренные объемы работ на отдельных этапах и в целом по вводу РУ в эксплуатацию достаточны и удовлетворяют условиям, приведенным в п. 13.1.1.

13.1.4. Программы испытаний.

Необходимо приводить краткое содержание программ на каждый этап (подэтап) ввода ЯЭУ в эксплуатацию и информацию о программах для отдельного оборудования, систем и элементов на каждом из этапов.

При этом для каждого этапа (подэтапа) необходимо отражать:

- цели работ и испытаний, критерии успешности выполнения;
- последовательность проведения работ;
- требования к готовности помещений, систем и оборудования к проведению работ;
- технологические ограничения, пределы, условия и меры по безопасному проведению работ и испытаний;

- состав, последовательность, взаимосвязь и продолжительность испытаний;
- принципиальные положения методик выполнения работ с указанием критериев их приемки;
- требования к отчетной документации, в том числе к оформлению, представлению и хранению, порядку доступа к ней;
- требования к численному составу и квалификации участвующего в работах и испытаниях персонала, в том числе административного персонала, распределению обязанностей и ответственности.

Следует сопоставлять количественные и качественные показатели программы ввода в эксплуатацию ЯЭУ с аналогами по объему, средствам, методикам, методам организации работ и испытаний.

Необходимо показывать, на каком этапе, каким образом и в каком объеме будет осуществляться опробование проектных стационарных, переходных и аварийных режимов (приводить перечень планируемых программ и работ), а также методик и приспособлений для проверки работы систем СВБ и СБ, указывать проектные режимы, которые не проверяются, обосновывать допустимость непроведения таких испытаний. Приводить конкретную и подробную информацию в подтверждение того, что запланированные работы и испытания позволят выполнить условия безопасности.

Следует подробно излагать:

- программу ввода реактора в критическое состояние, проведения измерений нейтронно-физических характеристик активной зоны и органов компенсации реактивности и теплотехнических измерений;
- методики оценки наиболее важных характеристик оборудования РУ, СВБ, СБ и характеристик ЯЭУ.
- Необходимо указывать порядок разработки и утверждения программ ввода ЯЭУ в эксплуатацию, обеспечения качества при вводе и рабочих программ на основе документации проекта.

13.1.5. График проведения работ и испытаний.

Необходимо приводить укрупненный комплексный график выполнения работ по вводу ЯЭУ в эксплуатацию с учетом сроков загрузки активной зоны и сдачи ЯЭУ в эксплуатацию.

На комплексном графике следует указывать ориентировочную длительность работ, перечень всех видов работ и испытаний по каждому из этапов. Информацию для ЯЭУ с ее вспомогательными системами и СБ, для паросилового и электротехнического оборудования ЯЭУ необходимо представлять отдельно. Приводить планируемые графики наладки и испытаний отдельных общесудовых систем, обеспечивающих работу ЯЭУ.

Графики должны учитывать время как на проведение самих работ, так и на обработку, анализ, оформление результатов и согласование их в установленном порядке с заинтересованными организациями. Учитывать время, необходимое для разработки более детальных или уточненных технологических операций или работ на судне и утверждения их до принятия к исполнению, время на разработку инструкций по проведению испытаний, противоаварийных и эксплуатационных инструкций, подготовку персонала.

13.1.6. Дополнительные требования к вводу ЯЭУ в эксплуатацию.

Следует излагать требования, которые должны учитываться при подготовке к испытаниям и в процессе их проведения на судне, включая требования к:

- условиям подготовки, согласования и утверждения рабочей документации на ЯЭУ, ООБ ЯЭУ, комплекта инструкций, в том числе к действиям в аварийных условиях и др.;
- участию эксплуатационного и дополнительно привлекаемого персонала в проведении работ и испытаний и в выпуске документации, в том числе отчетной (включая требования к форме отчетной документации и передаче ее заинтересованным организациям);
- организационно-техническим мерам и действиям в случае получения непроектных характеристик или отклонений от проекта, в том числе к необходимости корректировки проекта и эксплуатационной документации;
- расследованию случаев нарушений и аварий на ЯЭУ судна;
- организации службы технического обслуживания и ведения документов на судне;

- организации зон ограниченного доступа в помещения судна и охранных зон в зависимости от стадий и этапов программы ввода ЯЭУ в эксплуатацию;
- организации служб противопожарного обеспечения и контроля в помещениях ЯЭУ;
- организации контролируемой и наблюдаемой зон, служб радиационно-технологического и радиометрического контроля в помещениях судна и вблизи него;
- разработке и оформлению санитарного паспорта и паспорта ЯЭУ;
- разработке и внедрению планов противоаварийных мероприятий по защите персонала и населения в случае аварии на судне.

### *13.2. Требования к информации, вносимой в ООБ на этапе передачи ЯЭУ в эксплуатацию*

Настоящий подраздел разрабатывается на основе ООБ при проектировании, который дополняется по результатам выполнения наладочных работ и испытаний на различных этапах ввода ЯЭУ в эксплуатацию, включая КШИ, ходовые испытания, а также рекомендаций приемочной комиссии судна.

Основываясь на отчетных материалах, результатах проведенных работ и испытаний, необходимо документально подтверждать выполнение внесенных в ООБ при проектировании работ требований, а также соответствие характеристик ЯЭУ, систем и элементов общесудовых систем проекту и НД.

В случае отклонения от проекта или НД документация проекта должна корректироваться путем внесения изменений и дополнений в соответствующие разделы ООБ с обоснованием допустимости отступлений по условиям обеспечения требуемого уровня безопасности и надежности.

13.2.1. Организация.

Необходимо приводить изменения организационной структуры ЭО, установленные при проведении работ по вводу ЯЭУ в эксплуатацию. Показывать, какие изменения были внесены в организацию и программу испытаний, их причины.

13.2.2. Этапы работ.

Следует приводить информацию о правильности деления ввода ЯЭУ в эксплуатацию на этапы и подэтапы с учетом осо-

бенностей конкретной ЯЭУ и задач, решаемых на каждом этапе, достаточности запланированных работ по каждому из этапов, а также информацию о полноте выполнения работ по отдельным этапам, оптимальности предлагавшейся в ООБ при проектировании последовательности выполнения и (или) совмещения испытаний, результатах контроля за их проведением и достижении критериев приемки.

13.2.3. Программы испытаний.

Необходимо показывать, что программы испытаний отдельного оборудования ЯЭУ и обеспечивающих общесудовых систем полностью отвечают программам на каждый этап ввода ЯЭУ в эксплуатацию, а также программам испытаний на каждом из этапов ввода судна в эксплуатацию, т.е. испытания проведены в объеме, предписанном программами, и достигнуты результаты, установленные в них. Следует указывать результаты испытаний по программам и согласование их в установленном порядке с заинтересованными организациями.

Следует проводить анализ запланированных наладочных работ и испытаний и давать конкретную информацию о выполнении требований условий безопасности.

13.2.4. График проведения работ и испытаний.

Необходимо анализировать и показывать, как выполнен комплексный график работ программы ввода ЯЭУ в эксплуатацию с точки зрения полноты и сроков, оценивать обоснованность допущенных отступлений от него.

Отражать решение вопросов взаимосвязи проведения работ на вводимой в эксплуатацию ЯЭУ с другими строящимися или работающими энергоисточниками судна.

13.2.5. Дополнительные требования к вводу ЯЭУ судна в эксплуатацию.

Следует излагать, какие дополнительные требования к вводу в эксплуатацию и с какой степенью адекватности выполнены.

# 14. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

В настоящем разделе ООБ необходимо приводить информацию об организации эксплуатации, подготовке персонала и поддержании работоспособности технических средств и ЯЭУ в целом при обеспечении эксплуатационных и безопасных пределов и условий.

14.1. Следует представлять информацию:

- об организационной структуре ЭО с перечислением основных функций ее подразделений на всех этапах эксплуатации ЯЭУ и вывода из эксплуатации;
- об организационной структуре управления эксплуатацией ЯЭУ судна с указанием руководящих должностей подразделений, полномочий руководителей и их ответственности за обеспечение ядерной и радиационной безопасности, включая обслуживающий ЯЭУ персонал, численный состав (с учетом резерва) и перечень должностных инструкций;
- о судовой организационной структуре обеспечения ядерной и радиационной безопасности и управления эксплуатацией ЯЭУ на судне;
- о перечне подразделений, организаций, осуществляющих виды деятельности и предоставляющих услуги ЭО, с указанием их наименований, руководящих должностей, структурных подразделений, должностных обязанностей персонала, квалификации, ответственности подразделений.

14.2. В настоящем подразделе ООБ следует приводить информацию о комплектовании, квалификации и подготовке персонала, а именно:

- данные о квалификации руководящего состава ЭО, персонала судна и организаций, привлекаемых к осуществлению видов деятельности и предоставляющих услуги;
- система контроля персонала и мероприятия по поддержанию требуемой квалификации, включая подготовку на тренажерах по отработке действий при нормальных условиях эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации и проектных авариях;

- описания системы подбора, подготовки, допуска и переподготовки кадров;
- результаты анализа состояния учебной базы и тренажеров, мер, компенсирующих отсутствие полномасштабного тренажера;
- состояние подготовки экипажей судов к борьбе за живучесть судна, в том числе и к борьбе с ядерными и радиационными авариями, на тренажерах, в учебных центрах и на однотипных судах.

14.3. В настоящем подразделе ООБ следует приводить информацию о техническом обслуживании и обеспечении ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ судна:

- о проведении технического регламента оборудования ЯЭУ и СБ;
- о подготовке планов технического обслуживания и ремонта, в том числе годового плана и предупредительных ремонтов с указанием основных видов и объемов работ в соответствии с эксплуатационными инструкциями;
- об эффективности и своевременности помощи со стороны проектных организаций;
- о проведении технического регламента оборудования и систем, обеспечивающих физическую защиту ЯЭУ;
- о плановых мероприятиях по руководству действиями при ядерной и радиационной авариях, состоянии пунктов управления противоаварийными действиями;
- о надзоре за обеспечением безопасности в процессе эксплуатации ЯЭУ по анализу выполнения требований эксплуатационной документации и ее поддержанию;
- о плановых работах проектантов РУ, ЯЭУ, КСУ ТС;
- об особенностях поддержания технической готовности систем и элементов СБ при длительном хранении и консервации.

14.4. В ООБ необходимо представлять информацию:

- об организации несения вахтенной и дежурной служб и наблюдения за ЯЭУ;
- о порядке ведения оперативных записей о работе ЯЭУ, их документирования, а также о радиационной обстановке, дозах облучения и обо всех событиях, связанных

с эксплуатацией ЯЭУ, порядке хранения и представления информации;

- о перечне потенциально ядерно-опасных работ и технических требованиях к их выполнению при эксплуатации ЯЭУ;
- о поддержании, эксплуатационной документации и руководств;
- о наличии инструкций по ведению оперативной документации;
- о порядке классификации, расследовании и представлении информации о нарушениях в работе ЯЭУ судов;
- о состоянии ведомственного контроля за уровнем эксплуатации, порядком представления информации о безопасности ЯЭУ судов;
- о сведениях и параметрах эксплуатации ЯЭУ, включаемых в годовой отчет эксплуатирующей организации по безопасности эксплуатации ЯЭУ.

14.5. В ООБ следует представлять информацию по эксплуатации ЯЭУ судна, определенную Программой обеспечения качества на стадии эксплуатации.

# 15. АНАЛИЗ АВАРИЙ

Оценка безопасности ЯЭУ судна в ООБ должна включать анализ реакций систем ЯЭУ и судна в целом на возможные исходные события. Анализ проводится с целью определения последовательности событий (сценариев) и условий их прохождения с учетом зависимых и независимых отказов и повреждений систем и элементов или ошибок персонала, усугубляющих ситуацию.

Такой анализ должен являться неотъемлемой частью обоснования безопасности ЯЭУ судна.

В настоящем разделе ООБ следует определять сценарии прогнозируемых событий и их последствия, а также оценивать возможности вмешательства в работу систем с целью контроля хода процессов.

Анализ должен лежать в основе организации управления системами ЯЭУ в различных ситуациях.

При анализе на каждое прогнозируемое исходное событие накладываются независимые отказы, необнаруженные отказы, внешние, связанные с аварией судна отказы по общей причине, ошибки персонала.

Анализ безопасности следует проводить по перечням исходных событий, для которых формируются перечни проектных и запроектных аварий.

## *15.1. Перечень исходных событий*

15.1.1. Классификация исходных событий.

Рекомендуемый перечень исходных событий приведен в приложении к разделу. Этот перечень должен быть откорректирован и обоснован для рассматриваемой ЯЭУ судна.

Каждое исходное событие следует анализировать в сочетании с различными отказами и другими факторами с целью выбора для анализа наиболее существенных сценариев.

Исходные события следует объединять в классы в соответствии с их функциональным воздействием на РУ:

а) внутренние:

- увеличение теплоотвода от первого контура;
- уменьшение теплоотвода от первого контура;
- уменьшение расхода теплоносителя;

- изменения реактивности и распределения энерговыделения;
- увеличение массы теплоносителя первого контура;
- уменьшение (включая потерю) массы теплоносителя первого контура;
- выброс радиоактивных сред из систем и оборудования;
- потеря рабочей среды второго контура;
- потеря источников энергоснабжения;
- нарушения в технологических операциях;
- ложная работа систем;

б) внешние, связанные с аварией судна:

- ударные воздействия вследствие столкновения или посадки на мель;
- постоянное или периодическое прекращение подачи охлаждающей воды в результате посадки судна на мель (возможно с креном);
- опрокидывание судна;
- затопление судна на мелкой и глубокой воде;
- падение вертолета массой 10 т с высоты 50 м на помещения ЯЭУ;
- пожар или взрыв на судне.

15.1.2. Причины и идентификация исходных событий.

Для каждого класса исходных событий следует определять конкретные исходные события и рассматривать причины их возникновения. Больший объем информации представляется о событиях, приводящих к более тяжелым последствиям (например, анализировать все возможные последовательности аварийных событий с учетом количественных показателей вероятности их возникновения).

Если по экспертным оценкам событие не приведет к опасным последствиям, то достаточно качественного описания возможных последствий.

Следует делать экспертную оценку качественных изменений основных параметров при данном исходном событии, которые могут быть использованы для идентификации исходного события.

15.1.3. Анализ возможных путей развития аварийных ситуаций (сценариев), связанных с исходным событием и составление перечня проектных аварий.

Для каждого события следует показывать:

- последовательность срабатывания механизмов и систем, выдачу сигналов, срабатывание уставок предупредительных и предельных (расчетных) значений параметров, необходимые действия персонала и т.д.;
- границы начала и окончания действий СБ;
- влияние действующих систем нормальной эксплуатации на протекание процесса;
- оценку необходимой оперативному персоналу информации о развитии ситуации, включая показания приборов.

Необходимо приводить функции СБ, которые используются при оценке безопасности, неопределенности, связанные с каждой из указанных функций, ожидаемое и максимальное время запаздывания.

Следует делать качественные оценки тяжести последствий исходного события при наложении на него независимых и зависимых отказов или ошибочных действий персонала в объеме, определенном нормами. На основе таких оценок для рассматриваемого типа (группы) исходных событий необходимо выделять такие последовательности (цепочки) событий и отказов, которые могут иметь наиболее тяжелые последствия (наибольший рост давления в первом контуре, наименьший запас до кризиса теплообмена, наибольшую дозу облучения и т.п.).

Предварительная экспертиза возможных аварийных последовательностей является обязательным элементом анализа, на базе которого по признаку наибольшей тяжести последствий, но без превышения доз облучения и нормативов по выбросам, формируется перечень проектных аварий, подлежащих дальнейшему количественному анализу.

### *15.2. Перечень запроектных аварий*

15.2.1. Сценарии запроектных аварий, приводящие к повышенным выбросам РВ в окружающую среду. Уязвимые места ЯЭУ.

На основе результатов анализа по п. 15.1.3 следует выделять все сценарии запроектных аварий, приводящие к превышению доз облучения персонала и населения и нормативов по выбросам и содержанию РВ в окружающей среде, установлен-

*ных для проектных аварий. Через минимальные сечения деревьев событий (отказов) определяются уязвимые места ЯЭУ (под ними здесь и далее понимаются сочетания особенностей конструкции ЯЭУ, ее схемных решений, компоновки, эксплуатационных процедур и организационной структуры деятельности персонала, являющиеся наиболее вероятными причинами повреждения активной зоны реактора сверх допустимых пределов повреждений для проектных аварий).*

15.2.2. Характерные группы сценариев запроектных аварий.

Из сценариев, выделенных в п. 15.1.3, следует формировать группы, в границах которых отклик, требуемый для предотвращения развития аварии, одинаков (одинаковы системно-функциональные деревья событий).

15.2.3. Представительные сценарии запроектных аварий.

В пределах каждой группы сценариев в п. 15.2.2 следует выделять один или несколько представительных сценариев, удовлетворяющих в совокупности следующим четырем критериям:

- наибольшая мощность доз облучения персонала и (или) населения;
- наибольшая интенсивность выброса РВ;
- наибольший интегральный выброс РВ;
- наибольший масштаб (наиболее опасный) повреждений систем и оборудования ЯЭУ и судна.

15.2.4. Перечень запроектных аварий.

Выделенные в п. 15.2.3 сценарии необходимо сводить в *перечень запроектных аварий для последующего анализа.*

### *15.3. Методики анализа*

15.3.1. Перечень использованных методик.

Необходимо представлять перечень использованных для количественных анализов методик с указанием сведений об их аттестации в Совете по аттестации программных средств Госатомнадзора России. Следует указывать номер аттестата, дату выдачи и срок, на который был выдан аттестат. Если данная расчетная методика не представлялась на аттестацию, то указывать плановый срок аттестации.

Информация, представляемая по методикам анализа, и время экспертизы каждой методики зависят от наличия аттестата на данное программное средство.

15.3.2. Описание математических моделей.

Необходимо приводить описание модели анализируемых процессов. Перечислять основные физические явления, определяющие протекание процесса.

Систему основных уравнений в математической модели приводить в том виде, к которому она была преобразована из канонической формы записи для непосредственного использования в данной расчетной модели. Представлять замыкающие соотношения, давать описание использованной схемы нодализации и численного метода решения.

Математические модели, описывающие перенос продуктов деления в активной зоне, контурах и системах ЯЭУ, должны учитывать физико-химические процессы, оказывающие влияние на изменение концентрации РВ в контурах и помещениях ЯЭУ, в которые выходят РВ при рассматриваемом сценарии аварии. Минимальный набор этих процессов должен быть следующим:

- естественное осаждение на внутренних поверхностях;
- десорбция с внутренних поверхностей в парогазовую среду;
- радиоактивный распад;
- утечка вместе с парогазовой средой через неплотности в смежные помещения и окружающую среду за счет перепада давления;
- утечка в окружающую среду после выравнивания давления за счет свободной конвекции, определяемой различием температур и составом среды в помещении и атмосфере;
- очистка паровоздушной среды при ее прохождении через пассивные устройства конденсации (барботеры);
- очистка паровоздушной среды за счет работы спринклерной системы;
- очистка паровоздушной среды при работе системы спецвентиляции;
- химические реакции в воде, приводящие к изменению физико-химических свойств продуктов деления;

- химические реакции в парогазовой фазе и на поверхностях, приводящие к изменению физико-химических свойств продуктов деления;
- очистка воды от радиоактивных продуктов. Математические модели должны учитывать поведение аэрозольных частиц и продуктов деления, объединенных в группы по их физико-химическим свойствам. В числе рассматриваемых групп следует выделять:
- инертные радиоактивные газы;
- летучие (органические и неорганические) формы йода.

Математические модели должны содержать только обоснованные значения коэффициентов, характеризующих моделируемые физические процессы (диффузию, десорбцию, выведение и т.п.). При использовании вновь вводимых коэффициентов обосновывать их применение и показывать достоверность используемых значений.

Используемые математические модели должны содержать обоснованные значения принимаемого в расчетах весового соотношения радиоактивного йода, находящегося в молекулярной форме, в форме органических соединений и в аэрозольной форме.

Информацию следует иллюстрировать необходимым графическим материалом (схемами, блок-схемами, графиками), который поясняет взаимодействие программ и передачу информации от программы к программе, в том числе при необходимости корректировки расчетов ввиду изменения исходных данных.

В случаях, если в моделях не учитываются отдельные процессы, необходимо показывать, что проводимые оценки являются консервативными.

15.3.3. Допущения и погрешности расчетных методик.

Необходимо приводить все использованные в математической модели допущения и упрощения. Обосновывать допустимость введения таких упрощений. Оценивать консерватизм, вносимый сделанными допущениями, погрешность методики.

15.3.4. Область применения расчетных методик.

Необходимо давать определение области применения используемой расчетной методики, заявленной или предполагаемой к заявке в аттестационном паспорте. Границы области применения должны базироваться на результатах соответст-

вующей верификации. Обосновывать возможность использования расчетной методики для выполняемых анализов.

15.3.5. Сведения о верификации расчетных программ.

Математические модели аварийных режимов, используемые для анализа безопасности, разработанные программы управления авариями и математического обеспечения тренажеров необходимо сопоставлять с опытными данными. Матрица верификации должна включать в себя все экспериментальные установки, использованные для обоснования программных средств.

Полнота сведений о верификации определяется наличием или отсутствием аттестационного паспорта. При наличии паспорта следует давать только ссылки на соответствующий номер регистрации и верификационный отчет, а при его отсутствии представлять сведения об экспериментальных установках, стандартных проблемах и процессах, для которых проводились верификационные расчеты по данной программе; статус этих расчетов (пост- или предтестовые и т. п.); описание полученных результатов. Данные сведения могут содержаться в отдельном сравнительном отчете, прилагаемом к ООБ.

### *15.4. Исходные данные для расчетов*

Необходимо приводить перечень входных параметров и начальных условий, позволяющий в случае необходимости выполнять повторный расчет.

15.4.1. Конструкционные исходные данные.

Следует приводить основные конструктивные характеристики (объемы, длины, площади проходных сечений, перепады высот, поверхности теплообмена, массы, толщины переборок, гидравлические диаметры, местные сопротивления и др.) для:

- реактора, активной зоны, главного циркуляционного тракта, ПГ, компенсатора давления;
- паропроводов, гидроемкостей САОЗ, системы герметичных помещений защитной оболочки.

15.4.2. Физические исходные данные.

Необходимо представлять:

- нейтронно-физические характеристики (коэффициенты неравномерности и реактивности, дифференциальная и интегральная эффективность СУЗ, время жизни мгно-

венных нейтронов, доли запаздывающих нейтронов и т. п.);

- теплофизические характеристики (теплопроводность, теплоемкость и плотность использованных материалов, температура и энтальпия различных источников подпитки и цистерн запаса, положение уровня и массы фаз в сосудах с разделением фаз);
- физико-химические свойства реагентов и растворов, образующихся в процессе аварии, их радиационную стойкость, константы распределения и химических реакций с основными соединениями йода.

15.4.3. Технологические исходные данные.

Необходимо представлять проектные характеристики (алгоритмы работы, уставки, характерные параметры, характеристики основного оборудования – насосов, сбросных устройств, нагревателей и т.п.) следующих систем:

- АЗ; системы: поддержания давления в первом контуре; поддержания давления во втором контуре; питательной воды; отвода пара; САОЗ; СПОТ; защиты и блокировки; спринклерной; дожигания водорода; вентиляции; сливов из защитной оболочки; защитной оболочки; характеристики насосов (ЦНПК, основных и аварийных питательных насосов, насосов САОЗ, спринклерных насосов); характеристики арматуры.

15.4.4. Топологические исходные данные.

В случае использования расчетных схем (схем нодализации) следует иллюстрировать связь расчетных элементов и соединений с указанием высотных отметок и особых точек (мест течей, подпиток, клапанов и т. д.).

15.4.5. Начальные условия.

Необходимо приводить перечень начальных условий. Они должны быть консервативными для анализируемого процесса. Степень консервативности должна оцениваться.

### *15.5. Анализ проектных аварий*

15.5.1. Описание последовательности событий и работы систем.

На основе результатов анализа необходимо приводить описание последовательности событий и работы систем в виде

таблицы, в которую включать характерные точки для данного процесса с указанием соответствующего момента времени.

15.5.2. Критерии оценки безопасности.

Исходя из того, что определяющие безопасность параметры могут в моделируемом аварийном режиме выйти за допустимые границы, необходимо давать соответствующие критерии, сравнение с которыми полученных результатов позволит дать оценку безопасности рассматриваемого объекта в данном аварийном режиме.

15.5.3. Анализ результатов расчета.

Следует представлять информацию для всех стадий переходного процесса или аварии. Признаком окончания процесса может служить выход в стационарный режим с работой по проектной схеме для нормальной эксплуатации или на устойчивую работу не менее одного канала СБ на параметрах расхоложенного оборудования.

15.5.3.1. Изменение параметров в контурах ЯЭУ.

Должна представляться следующая информация:

- изменение мощности;
- изменение давления в контурах;
- изменение температуры теплоносителя, оболочки твэлов и топлива;
- коэффициенты запаса докритических тепловых потоков;
- расходы теплоносителя в реакторе и петлях;
- параметры теплоносителя первого контура на входе и выходе, в наиболее напряженных каналах;
- теплотехнические характеристики ЯТ;
- параметры теплоносителя второго контура;
- выход водорода из первого контура;
- расход и энтальпия истекающего из контура теплоносителя;
- количество водорода в первом контуре, результаты сравнения расчетных величин с допустимыми.

15.5.3.2. Изменение параметров в помещениях защитной оболочки.

Необходимо подробно описывать процессы, протекающие в помещениях защитной оболочки. Как минимум необходимо отражать:

- давление в герметичных помещениях;

- характеристику имеющихся течей из систем в помещения (расходы утечек, расходы через сбросные клапаны и ПК, температуру);
- характеристики утечек в окружающую среду (расход, суммарную выброшенную массу);
- характеристики источников водорода;
- характеристики работы спринклерной системы;
- характеристики работы системы отвода тепла от защитных помещений;
- температуры сред в атмосфере защитных помещений и настилов;
- массы воды и пара в атмосфере помещений и массы воды на настиле;
- температуры переборок и элементов конструкций;
- относительные доли компонентов в атмосфере защитных помещений, включая водород.

15.5.3.3. Выход и распространение РВ.

В настоящем пункте требуется излагать принятые допущения, параметры и расчетные методы, использованные для определения доз облучения, явившихся результатом аварий.

Следует подробно описывать процессы переноса продуктов деления в помещениях защитной оболочки.

Как минимум следует отражать:

- накопление продуктов деления в ЯТ на момент аварии;
- теплофизические характеристики атмосферы и внутренних поверхностей технологических помещений вдоль пути прохождения продуктов деления;
- зависимую от времени утечку продуктов деления из-под оболочек твэлов и первого контура;
- характеристики протекания основных процессов переноса и осаждения продуктов деления в технологических помещениях ЯЭУ с учетом перехода из одной фазы в другую, из одной физико-химической формы в другую и утечки продуктов деления в окружающую среду.

Настоящий пункт должен содержать все необходимые исходные данные, позволяющие проводить независимый анализ:

- расчетных параметров;
- мест и зон, для которых подсчитываются дозы, включая помещения судна (ЦПУ, ПАР, СБ, помещения, где находящееся в них оборудование должно контролиро-

ваться и обслуживаться, каюты, границы расчетных зон).

Допускается ссылка на обобщенные или аттестованные программы, используемые в проекте.

При отсутствии РВ за границами какого-либо из барьеров следует характеризовать величину (или параметр) имеющегося запаса, резерва и т. п., обеспечивающего удержание РВ в отмеченных границах.

Результаты анализов представлять в виде таблиц.

При невозможности внесения результатов в таблицу ввиду обширности его материала можно представлять отдельным пунктом или приводить ссылку на соответствующие материалы, где требуемое изложено достаточно подробно.

Настоящий пункт должен содержать развернутую схему расчета мощности дозы при повреждении защитных барьеров, включая течи из оболочки (контура герметизации), с соответствующим пояснением принятой модели. В схеме следует анализировать все возможные пути утечки и переноса активности из помещения в помещение и окружающую среду, указывать средства обеспечения безопасности (фильтры, оросители, мембраны, переборки и т. д.), направления движения среды.

Допускается представление нескольких схем на различные периоды или случаи.

При рассмотрении используемых предположений и методик по оценке радиологических последствий следует обращать внимание на то, чтобы они достаточно хорошо подтверждались накопленными данными путем описания соответствующей информации со ссылкой на другие разделы ООБ или ссылкой на НД. Такая информация должна включать в себя:

- описание применявшихся математических или физических моделей, в том числе упрощения и приближения;
- определение и описание используемых в анализе компьютерных кодов или аналоговых систем. Описание используемых математических моделей и программ осуществляют путем краткого изложения их содержания в тексте ООБ или приведения ссылок на источники;
- определение зависимых от времени характеристик, активности и скорости утечки продуктов деления или других переносимых РВ в системе защитной оболочки, которые могут попадать в окружающую среду путем уте-

чек через границы защитной оболочки и систему вентиляции;

- рассмотрение неопределенностей расчетных методов, характеристик оборудования, чувствительности приборов или других неопределенностей, принимаемых в расчет при оценке результата;
- описание степени взаимосвязанности систем, влияющих прямо или косвенно на управление и ограничение утечки из системы защитной оболочки или других источников (например, из дренажных цистерн ЯЭУ). Например, вклад систем: спринклерной, вентиляции и кондиционирования, расхолаживания реактора и очистки, радиационного контроля и других.

В настоящем пункте следует представлять результаты по дозам, поглощенным щитовидной железой ребенка, и внешнего облучения на границе санитарно-защитной зоны (в случае аварии в порту или месте базирования), значения поглощенных доз в помещениях судна на различные периоды с выделением характерных этапов (время существования избыточного давления, время разрушения, срабатывание устройств, длительность вахты или смены). Данные для оперативного персонала выделять отдельно. Необходимо давать характеристику фаз развития аварии и на основе расчетных данных описывать зоны возможного радиоактивного заражения (загрязнения) по мощности эквивалентной дозы, эквивалентной дозе внешнего и внутреннего облучения населения за счет вдыхания радиоактивных аэрозолей на различных расстояниях от места аварии.

В зависимости от типа аварии и ее последствий объем и степень подробности представляемой информации должны возрастать с увеличением тяжести аварии.

15.5.4. Заключение.

Необходимо делать выводы об основных результатах анализа, включающие определение наиболее тяжелых режимов и основания для заключения о безопасности судна в условиях проектных аварий.

### *15.6. Анализ запроектных аварий. Разработка мер по управлению запроектными авариями*

15.6.1. Описание последовательности событий, работы (отказов) систем при запроектных авариях.

Приводить описание последовательности событий, срабатывания, отказов систем (элементов) для сценариев запроектных аварий. Желательно представлять развитие событий аварии в виде таблицы, содержащей основные этапы и соответствующие моменты времени.

15.6.2. Результаты расчетного анализа.

15.6.2.1. Изменение теплогидравлических параметров в контурах ЯЭУ.

Для всех запроектных аварий из составленного перечня приводить описание теплогидравлических процессов, происходящих в первом и втором контурах ЯЭУ. Объем представляемой информации должен охватывать как минимум следующие параметры и начальные условия:

- мощность реактора;
- характеристики тепловых потоков;
- изменение давления в контурах при аварийном переходном процессе;
- изменение температуры теплоносителя, твэл в активной зоне;
- расходы теплоносителя в реакторе;
- параметры теплоносителя первого контура на входе и выходе наиболее теплонапряженных каналов активной зоны;
- теплотехнические характеристики топлива;
- параметры рабочей среды второго контура;
- расход теплоносителя в различных системах, оказывающих влияние на развитие аварийного переходного процесса;
- масса циркония (при его наличии), прореагировавшего с водяным паром в активной зоне;
- расход и энтальпия теплоносителя, истекающего из контура.

15.6.2.2. Изменение параметров в помещениях защитной оболочки.

Для запроектных аварий, сопровождающихся выходом теплоносителя и (или) материалов активной зоны из первого контура в защитную оболочку, описывать теплогидравлические процессы, происходящие в помещениях защитной оболочки. Объем представляемой информации должен охватывать как минимум следующие параметры:

- давление в помещениях;
- характеристики тепловых потоков.

15.6.2.3. Взаимодействие расплавленного топлива с конструкциями реактора и защитной оболочки.

Для запроектных аварий, сопровождающихся расплавлением и выпадением материалов активной зоны из корпуса реактора в защитную оболочку описывать теплогидравлические процессы, происходящие в кессоне реактора. Объем представляемой информации должен охватывать следующие параметры:

- изменение агрегатного состояния компонентов расплава;
- изменение температуры расплава;
- характеристики тепловых потоков;
- изменение конфигурации кессона;
- масса (доля) циркония и других металлов, прореагировавших с водяным паром;
- характеристики паровых взрывов (выделяемая энергия, параметры ударных волн, воздействующих на корпус реактора и другие конструкции ЯЭУ и защитной оболочки).

15.6.2.4. Выход и распространение РВ.

Необходимо подробно описывать процессы переноса продуктов деления в помещениях защитной оболочки с представлением информации:

- о накоплении продуктов деления в топливе на момент аварии;
- о теплофизических характеристиках атмосферы и внутренних поверхностей технологических помещений вдоль пути прохождения продуктов деления;
- об утечке продуктов деления из разогревающегося и плавящегося топлива и первого контура в зависимости от времени;

- о характеристиках протекания основных процессов переноса и осаждения продуктов деления в контурах и помещениях ЯЭУ с учетом их перехода из одной фазы в другую, из одной физико-химической формы в другую и утечки продуктов деления в окружающую среду.

15.6.3. Меры по управлению запроектными авариями.

15.6.3.1. Оперативные цели безопасности.

Для каждого уровня тяжести запроектной аварии формулировать оперативные цели безопасности, т.е. цели, к достижению которых оперативный персонал судна должен стремиться в данных условиях, чтобы предотвращать или прекращать дальнейшее развитие повреждений оборудования и (или) СВБ либо ограничивать выбросы РВ в окружающую среду.

15.6.3.2. Признаки состояния объекта, критерии возникновения и развития запроектной аварии.

На основе выполненных расчетных анализов запроектных аварий характеризовать признаки состояния объекта и устанавливать критерии, с помощью которых, используя признаки состояния, можно определять факт возникновения запроектной аварии и прослеживать ее развитие по соответствующим уровням тяжести.

15.6.3.3. Системы и оборудование, которые могут быть задействованы для достижения целей безопасности и ограничения последствий аварий.

Выявлять все технические системы судна (включая системы, не относящиеся к обеспечению безопасности), которые могут быть задействованы, возможно не по проектному назначению и не в проектных режимах работы, для достижения оперативных целей безопасности и ограничения последствий аварии на каждом уровне ее тяжести. Рассматривать вопросы дублирования систем, выполняющих одну и ту же функцию.

15.6.3.4. Критерии успешности корректирующих действий.

Формулировать критерии успеха действий персонала по достижению оперативных целей безопасности на каждом уровне тяжести аварий. Определять эти критерии через признаки состояния.

15.6.3.5. Анализ объема информации о состоянии объекта, доступной оперативному персоналу в процессе развития аварии.

Определять объем информации, требуемый для отслеживания признаков состояния объекта, установления уровней тяжести аварии, управления требуемыми техническими системами, оценки успешности действий по управлению запроектными авариями, технические средства и способы, позволяющие получать эту информацию в прогнозируемых условиях. При необходимости выполнения косвенной оценки требуемых параметров представлять методы такой оценки.

15.6.3.6. Стратегия корректирующих действий.

Описывать стратегию корректирующих действий персонала в условиях запроектной аварии, направленных на достижение целей безопасности на всех возможных уровнях тяжести аварии.

15.6.4. Оценка эффективности предлагаемых мер по управлению запроектными авариями.

Расчетным путем показывать, что реализация запланированной стратегии корректирующих действий в условиях запроектной аварии, обусловленной проявлением любого из выявленных уязвимых мест на всех возможных уровнях тяжести аварии, обеспечивает либо прерывание развития аварийных процессов, либо существенно смягчает последствия аварии.

15.6.5. Заключение.

На основе приведенного в подразделе 15.6 материала следует сделать выводы об эффективности разработанных мер по управлению запроектными авариями.

**Приложение**
**к разделу 15**

## *ПЕРЕЧЕНЬ ИСХОДНЫХ СОБЫТИЙ*

(рекомендуемый минимальный перечень)

### ВНУТРЕННИЕ СОБЫТИЯ

1. Увеличение теплоотвода от первого контура.

1.1. Нарушения в системе управления расходом питательной воды со снижением ее температуры.

1.2. Нарушения в системе питательной воды с увеличением расхода питательной воды.

1.3. Неисправности в системе регулирования турбоагрегата, приводящие к увеличению отбора пара.

1.4. Срабатывание сбросных и (или) предохранительных устройств на паропроводе по различным причинам с учетом возможной непосадки арматуры.

1.5. Разрывы главного паропровода в различных местах и помещениях.

2. Уменьшение теплоотвода от первого контура.

2.1. Неисправности в системе регулирования с уменьшением расхода пара.

2.2. Повышение давления в паропроводе.

2.3. Закрытие стопорного клапана турбоустановки.

2.4. Прекращение отбора пара от ЯЭУ.

2.5. Потеря вакуума в конденсаторе.

2.6. Отсечение главного конденсатора, прекращение подачи охлаждающей воды на главный конденсатор.

2.7. Остановка конденсатных, питательных насосов.

2.8. Разрывы трубопроводов питательной воды.

3. Уменьшение расхода теплоносителя первого контура.

3.1. Отключение различного количества ЦНПК.

3.2. Переключение всех или части ЦНПК на другую скорость.

3.3. Заклинивание ЦНПК.

4. Несанкционированное изменение реактивности.

4.1. Несанкционированное перемещение со скоростью, допускаемой системой управления и конструкцией привода,

наиболее эффективного органа управления реактивностью на различных уровнях мощности.

4.2. Заброс холодной питательной воды в ПГ и реактор, нарушения в работе питательного клапана.

4.3. Несанкционированный ввод в действие системы аварийного расхолаживания.

4.4. Установка одной ТВС не в соответствии с картограммой.

5. Увеличение массы теплоносителя первого контура.

5.1. Несанкционированный пуск насоса.

6. Разгерметизация первого контура.

6.1. Разрыв трубопровода теплоносителя первого контура:

- малая течь трубопровода первого контура;
- межконтурные течи в оборудовании первого контура;
- течь крышки реактора.

7. Выброс радиоактивных сред из систем и оборудования.

7.1. Течь оборудования через уплотнения.

7.2. Течь трубопроводов в системах транспортирования и хранения РАО.

7.3. Течь из емкостей, содержащих РВ.

7.4. Выбросы РВ при авариях с ЯТ при:

- перегрузках;
- падениях контейнера с ОТВС;
- обрыве ОТВС в средней части активной зоны при его извлечении.

8. Нарушения в системе обеспечения электроэнергией.

8.1. Исчезновение питания на одном борту.

8.2. Неисправность турбогенератора одного борта.

8.3. Исчезновение питания СУЗ.

8.4. Исчезновение питания исполнительного механизма одного органа СУЗ.

8.5. *Кратковременное или длительное полное обесточивание* ЯЭУ.

9. Нарушения при обращении с ЯТ.

9.1. Падение отдельных пеналов с ТВС, чехлов с ОТВС, транспортных упаковочных контейнеров при транспортно-технологических операциях.

9.2. Падение предметов, которые могут изменять расположение и нарушать целостность ТВС и оболочек твэлов.

10. Нарушения условий обитаемости в ЦПУ и помещениях ЯЭУ.

10.1. Нарушения в работе системы вентиляции и кондиционирования.

ВНЕШНИЕ СОБЫТИЯ

1. Судовые аварии:
- посадка на мель;
- столкновение с судном (пирсом) с поступлением воды в энергетические и вспомогательные отсеки;
- опрокидывание;
- затопление на мелкой воде;
- затопление на глубокой воде.

2. Ударные волны, вызванные:
- взрывами на борту судна;
- деятельностью человека при нахождении судна в порту;
- пожар в ЦПУ и энергетическом отсеке, в том числе в машинном отделении, электротехническом отсеке, реакторном отсеке, помещениях аппаратуры КСУ ТС.

3. Падение вертолета:
- на помещения ЯЭУ;
- на корпусные конструкции судна, содержащие потенциально опасное оборудование (оборудование, работающее под давлением, оборудование, заполненное водородом, кислородом, авиационным топливом).

4. Потеря охлаждающей воды.

# 16. ПРЕДЕЛЫ И УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРЕДЕЛЫ

В настоящем разделе ООБ следует представлять информацию о пределах и условиях безопасной эксплуатации и эксплуатационных пределах, заданных проектом для СБ и СВБ, а также ЯЭУ судна.

Эксплуатационные пределы, пределы и условия безопасной эксплуатации должны основываться на анализе безопасности ЯЭУ судна в соответствии с положениями, содержащимися в его проекте.

Обоснование пределов и условий безопасной эксплуатации может сопровождаться описанием расчетных программ с указанием сведений об их аттестации и (или) соответствующих экспериментальных исследованиях (допускаются ссылки на разделы ООБ, содержащие требуемую информацию).

На любой стадии разработки ООБ информация настоящего раздела и информация, содержащаяся в эксплуатационной документации, должна быть адекватной.

В ООБ при вводе в эксплуатацию в настоящий раздел могут вноситься дополнения с соответствующим обоснованием состояния безопасности.

## *16.1. Пределы безопасной эксплуатации*

16.1.1. Уставки срабатывания СБ.

Необходимо приводить все уставки срабатывания СБ, обосновывать принятые значения уставок, указывать режимы, определяющие их достижение, а также точность, принцип формирования команды на срабатывание СБ. Представлять значения уставок срабатывания предупредительной и аварийной сигнализации с обоснованием интервала между значениями этих уставок.

16.1.2. Перечень контролируемых параметров и пределы безопасной эксплуатации ЯЭУ.

Следует приводить все контролируемые параметры, точное место их измерения, обоснование принятого значения и точности его измерения, способ измерения, диапазоны изменения, точность выполненного расчетного и (или) эксперимен-

тального обоснования параметра, допустимый перерыв потери информации, резервирование каналов измерения.

Указывать пределы контролируемых параметров, отклонение от которых является нарушением пределов безопасной эксплуатации и приводит к нарушению нормальной эксплуатации или аварии.

### *16.2. Эксплуатационные пределы*

16.2.1. Предельные значения технологических параметров.

Следует приводить обоснование выбранных значений параметров в эксплуатационных режимах, точность их измерений, места измерений, резервирование измерительных каналов, допустимое время потери информации.

16.2.2. Технологические защиты, блокировки и автоматические регуляторы с уставками их срабатывания.

Необходимо приводить обоснование значений технологических параметров, при которых должны срабатывать технологические защиты, блокировки и автоматические регуляторы. Принятые значения технологических параметров следует обосновывать для разрешенных режимов. Необходимо указывать места расположения датчиков, их резервирование, обеспечение питанием, значения уставок срабатывания предупредительной сигнализации, обосновывать диапазоны между срабатыванием предупредительной сигнализации, срабатыванием технологических защит и блокировок, а также значением уставок срабатывания СБ.

### *16.3. Условия безопасной эксплуатации*

16.3.1. Уровни мощности и разрешенные режимы нормальной эксплуатации.

Необходимо приводить разрешенные режимы нормальной эксплуатации, например, работу на частичных уровнях мощности, работу с отключенными ЦНПК, режимы разогрева и расхолаживания, и т. д., и соответствующие им допустимые уровни мощности. Следует давать определения указанных режимов.

Для разрешенных режимов нормальной эксплуатации и каждого уровня мощности необходимо приводить эксплуатаци-

онные пределы параметров (допускается ссылка на подраздел 16.2), таких как мощность, давление в первом контуре, уровень в компенсаторах объема, температура, радиоактивность теплоносителя первого и второго контуров.

Указанные пределы должны выражаться через значения параметров, контролируемых оператором, в противном случае необходимо показывать связь ограничивающего параметра с контролируемыми параметрами с помощью соответствующих таблиц, диаграмм или методов их расчета.

Необходимо приводить обоснование накладываемых ограничений на допустимые уровни мощности и разрешенные режимы нормальной эксплуатации со ссылками на соответствующие разделы ООБ.

16.3.2. Условия безопасной эксплуатации и состав работоспособных систем и оборудования, необходимых для ввода и работы ЯЭУ в разрешенных режимах.

Необходимо представлять информацию о составе и состоянии систем, работоспособность или состояние готовности которых требуется для ввода и работы ЯЭУ в эксплуатационных режимах.

Приводить требования к СБ и СВБ.

По каждой из систем необходимо указывать состав и количество оборудования, работоспособность которого необходима для ввода и работы ЯЭУ в режимах нормальной эксплуатации.

Приводить требования:

- к герметичности систем, количеству и качеству рабочих сред;
- к срабатыванию оборудования, включая последовательность действий, логику работы автоматики и собственных защит;
- к характеристикам систем;
- к ОСБ (элекроснабжению, системам охлаждения, кондиционирования, вентиляции и т.д.) и условиям вмешательства оператора.

Необходимо представлять условия, связанные с допустимыми циклами нагружения основного оборудования с учетом проектного ресурса, а также обоснование установленных требований и условий.

16.3.3. Допустимые уровни мощности и допустимое время работы реактора на мощности при отклонении от условий безопасной эксплуатации.

Необходимо представлять информацию о допустимом времени работы реактора на мощности и об уровне мощности или состоянии ЯЭУ при наличии отклонений от условий безопасной эксплуатации.

Указывать способ перевода ЯЭУ в требуемое состояние, приводить обоснование выбранных условий.

16.3.4. Следует приводить рекомендации по оценке длительности и допустимых мощностей работы ЯЭУ за проектными пределами в экстремальных условиях обстановки с точки зрения безопасности судна.

16.3.5. Условия проведения технического обслуживания, испытаний и ремонтов СВБ.

Необходимо представлять условия проведения испытаний, проверок, технического обслуживания и ремонта систем, указанных в п. 16.3.2.

Приводить информацию о сроках, объеме, методах и средствах проведения этих работ и ограничения по эксплуатации (при необходимости).

### *16.4. Административные условия и документирование сведений о контроле за пределами и условиями безопасной эксплуатации*

Приводить требования к администрации судна и персоналу ЯЭУ по соблюдению установленных пределов и условий безопасной эксплуатации.

Указывать перечень типовой документации и описывать процедуры, в соответствии с которыми регистрируются и документируются все отклонения от пределов и условий безопасной эксплуатации, контролируется их соблюдение.

# 17. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА

## *17.1. Общие положения*

17.1.1. В настоящем разделе следует приводить требования к информации об обеспечении качества работ и услуг, влияющих на безопасность ЯЭУ, которую заявитель должен представлять в составе ООБ при получении лицензий на строительство, эксплуатацию ЯЭУ и другие виды деятельности, связанные с безопасностью ЯЭУ.

17.1.2. Информация, представляемая заявителем в настоящем разделе ООБ, должна обеспечивать уверенность в том, что проектирование, строительство и эксплуатация ЯЭУ будут проводиться должным образом и удовлетворять заданным требованиям к обеспечению качества.

17.1.3. Для оценки приемлемости деятельности заявителя по обеспечению качества на соответствующем этапе лицензирования следует представлять информацию о направлениях деятельности, приведенных в подразделе 17.2.

17.1.4. Настоящий раздел следует разбивать на подразделы по наименованиям, соответствующим направлениям деятельности по обеспечению качества, согласно подразделу 17.2.

Информацию настоящего раздела следует подготавливать с учетом результатов разработки и реализации ПОК.

17.1.5. По каждому направлению деятельности по обеспечению качества, приведенному в ООБ, следует указывать НД, использованные при разработке и проведении мероприятий по обеспечению качества.

17.1.6. Вместе с ООБ необходимо представлять:

а) на этапе получения лицензии на строительство судна:

- общую программу обеспечения качества для ЯЭУ – ПОК (О);
- программу обеспечения качества при проектировании ЯЭУ – ПОК (П);
- программу обеспечения качества при разработке ЯЭУ – ПОК (Р);
- программу обеспечения качества при сооружении ЯЭУ – ПОК (С);
- программу обеспечения качества при вводе ЯЭУ в эксплуатацию – ПОК (ВЭ);

- перечень разработанных и планируемых к разработке ПОК при разработке и изготовлении оборудования, изделий и систем, важных для безопасности ЯЭУ, – ПОК (Р) и ПОК (И);

б) на этапе получения лицензии на эксплуатацию – программу обеспечения качества при эксплуатации ЯЭУ – ПОК (Э).

### *17.2. Требования к информации о направлениях деятельности по обеспечению качества*

17.2.1. Политика в области обеспечения качества.

Необходимо представлять политику ЭО (заявителя) в области обеспечения качества, подписанную первым лицом.

Следует показывать, что политика в области качества:

- согласована с другими направлениями деятельности ЭО;
- определяет принципы и цели, которые принимаются для обеспечения безопасности ЯЭУ как приоритетные по отношению к другим целям;
- доведена до сведения всех исполнителей;
- нацелена на поощрение работников, способствующих выявлению возможных несоответствий, влияющих на безопасность ЯЭУ.

В подразделе следует приводить информацию, подтверждающую реализацию политики ЭО в области обеспечения качества.

17.2.2. Организационная деятельность.

17.2.2.1. Система качества ЭО.

Следует представлять:

- структуру системы качества ЭО;
- перечень основных документов системы качества (руководства по качеству: общее и по отдельным направлениям деятельности и др.);
- нормативную и организационно-методическую базу системы качества;
- ответственность сторон за обеспечение качества;
- структуру служб качества;
- полномочия, ответственность, прямые функциональные обязанности, которые выполняет непосредственно ЭО;

- инфраструктуру ЭО, образуемую специализированными предприятиями и организациями, которым она передает часть своих функциональных обязанностей, полномочий и ответственность, сохраняя за собой полноту общей ответственности, без ущерба для обязательств и юридической ответственности подрядчиков;
- отчетную документацию, содержащую анализ эффективности системы качества ЭО, результаты ее проверок и корректирующие меры.

17.2.2.2. Организация создания ЯЭУ.

Следует представлять организационную структуру служб, описание функциональных обязанностей и уровней полномочий персонала ЯЭУ, обеспечивающего безопасность ЯЭУ, а также:

- систему внутренних и внешних связей;
- структуру служб, обеспечивающих качество;
- схему общей организации проектирования, показывающую взаимодействие ЭО, головной организации по разработке проекта ЯЭУ и их контрагентов, а также порядок утверждения проектов;
- перечень документов, образующих правовую основу деятельности ЭО;
- порядок разработки и оформления ООБ на различных этапах лицензирования;
- информацию о системе контроля ЭО и линиях связей, существующих для всех работ по обеспечению качества между ЭО и ее контрагентами;
- перечень руководящих должностей, за которыми устанавливаются полномочия и ответственность за реализацию и эффективность общей и частных программ обеспечения качества.

17.2.2.3. Программы обеспечения качества.

Следует представлять:

- информацию о разработке, согласовании и результатах проверки выполнения ПОК (общей и частных) в соответствии с положениями НД;
- информацию о реализации общей и частных ПОК на момент представления заявителем ООБ;
- информацию о степени соответствия ПОК положениям НД;
- область распространения действия ПОК;

- информацию, доказывающую, что любая деятельность, которая влияет на системы и оборудование, важные для безопасности ЯЭУ, подвергается соответствующему контролю в рамках ПОК;
- описание мер, которые были приняты до представления на рассмотрение ООБ (в том числе технические задания на технико-экономические обоснования, на разработку ЯЭУ, проекта на строительство ЯЭУ и др.);
- описание мер, предпринимаемых ЭО по обеспечению текущего выполнения ПОК;
- информацию об анализе нормативно-технического обеспечения, проведенном ЭО, на этапах сооружения и эксплуатации ЯЭУ;
- описание мер, принятых ЭО для обеспечения разработки НД, необходимость в которых выявлена по результатам анализа.

17.2.3. Комплектование и подготовка персонала ЯЭУ.

В подраздел следует вносить информацию о наличии в должностных инструкциях персонала, занятого выполнением работ, влияющих на обеспечение безопасности ЯЭУ, требований к их квалификации, а также объемы знаний и навыков, соответствующих установленной квалификации.

Необходимо приводить информацию о действующих процедурах работы с персоналом ЯЭУ в части:

- обучения, проверки знаний и навыков персонала, занятого выполнением работ, влияющих на обеспечение безопасности ЯЭУ, и контролем выполнения этих работ (в том числе персонала, проводящего испытания, инспекции и проверки);
- определения потребностей в подготовке персонала ЯЭУ и организации подготовки, переподготовки, повышения квалификации и аттестации его, в том числе выдачи соответствующих удостоверений,
- проведения анализа программ подготовки, переподготовки, повышения квалификации и аттестации персонала ЯЭУ;
- ведения учетной документации по подготовке, переподготовке, повышению квалификации и аттестации персонала ЯЭУ.

17.2.4. Нормативные документы.

Подраздел должен содержать перечень НД по обеспечению качества (или ссылку на него), действующих в ЭО и (или) организациях, выполняющих работы и предоставляющих ей услуги (например, федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, государственных и отраслевых стандартов, стандартов предприятия, действующих процедур системы качества).

Следует указывать процедуры системы качества, планируемые к разработке в обеспечение требований ООБ и принятой политики в области обеспечения качества.

17.2.5. Управление документами.

В подраздел необходимо включать информацию о действующих процедурах разработки, согласования, утверждения, ввода в действие, идентификации, внесения изменений, пересмотра, рассылки, хранения, уничтожения утративших силу документов (чертежей, инструкций, методик, данных и др.), гарантирующих:

- рассмотрение и согласование изменений, вносимых в документы, теми организациями, которые согласовывали исходные документы;
- нахождение документов на месте производства работ до того, как они будут начаты;
- своевременное удаление документов, действие которых отменено.

В подраздел следует включать порядок и планирование разработки недостающих процедур системы качества.

17.2.6. Контроль проектирования.

Подраздел должен содержать:

- описание мер (процедур), планируемых и реализуемых ЭО в рамках ПОК (О) по контролю проектирования, которые должны предусматривать проверку правильности принятых решений, а также соответствие их проектным требованиям;
- анализ обоснованности и последующей реализации исходных требований к проектированию в составе технических заданий на проектирование ЯЭУ, разработку ЯЭУ и оборудования (при этом следует обращать внимание на требования к безопасности и надежности ЯЭУ);

- указание методов проверки проекта, реализуемых ЭО, с обоснованием их применения (например рассмотрение проекта с использованием альтернативных расчетов или испытаний);
- проверку выполнения требований к документированию результатов проверки для обследования или проведения ревизии метода проверки после ее завершения;
- проверку выполнения требований к срокам их проведения, которые должны закончиться после квалификационных испытаний опытного или опытно-промышленного образца, до выпуска документации для изготовления или строительства;
- проверку выполнения критериев обязательности проведения испытаний, предусмотренных для верификации проекта, необходимости обеспечения представительности испытаний и моделирования наиболее неблагоприятных условий, определенных на основе анализа безопасности ЯЭУ;
- описание мер по определению и контролю разграничения работ при проектировании;
- информацию о проведении при проектировании изделий мероприятий по обеспечению их технологичности и отражению в конструкторской документации принципиальных (с точки зрения обеспечения качественных параметров конструкции, влияющих на безопасность ЯЭУ) технологических требований и методов контроля;
- результаты отработки новых технологических процессов, освоения технологического оборудования, методик и средств контроля, которые выполняются в основном на стадии опытно-конструкторских разработок;
- информацию о наличии и выполнении процедуры контроля за внесением изменений в проект при проектировании и изготовлении, а также в процессе эксплуатации ЯЭУ.

17.2.7. Управление закупками оборудования, комплектующих изделий и материалов, а также предоставляемыми услугами.

Следует приводить информацию о действующих процедурах:

- организации закупок оборудования, комплектующих изделий и материалов, предоставления услуг, в том числе процедуру выбора организаций, выполняющих работы и предоставляющих услуги ЭО (организацию тендера);
- ведения документов на закупку оборудования, комплектующих изделий и материалов, на предоставление услуг;
- проверки ПОК организаций, выполняющих работы и предоставляющих услуги ЭО, и оценки способности этих организаций выполнять работы или предоставлять услуги ЭО;
- анализа договоров на закупку оборудования, комплектующих изделий и материалов, а также на предоставление услуг.

17.2.8. Контроль закупаемого оборудования, комплектующих изделий и материалов и предоставляемых услуг.

Необходимо представлять информацию о действующих процедурах:

- организации идентификации, контроля (в том числе входного) и испытаний оборудования, комплектующих изделий и материалов;
- обеспечения прослеживаемости результатов контроля и испытаний;
- обеспечения полноты видов контроля и испытаний;
- организации хранения, транспортирования, консервации, упаковки оборудования;
- организации контроля за соблюдением требований к предоставляемым услугам.

17.2.9. Производственная деятельность ЭО и организаций, выполняющих работы и предоставляющих услуги ЭО.

Следует представлять информацию о действующих процедурах выполнения необходимых операций по контролю качества технологических процессов, важных для обеспечения безопасности ЯЭУ, в том числе:

- механическая обработка и сборка оборудования и узлов систем, важных для безопасности ЯЭУ;
- обеспечение чистоты при изготовлении;
- методы технологии монтажа оборудования, узлов, влияющих на качество;

- неразрушающие методы контроля;
- сварка, наплавка, термообработка;
- монтаж, демонтаж оборудования и конструкций, влияющих на безопасность ЯЭУ;
- перегрузка ЯТ;
- контроль герметичности оболочек твэлов;
- контроль герметичности защитной оболочки;
- ремонт оборудования и техническое обслуживание во время эксплуатации.

Следует приводить информацию:

- о разработке перечня систем (элементов), важных для безопасности ЯЭУ;
- о наличии требований к качеству систем (элементов), важных для безопасности ЯЭУ, и работ, влияющих на обеспечение безопасности ЯЭУ;
- о порядке и способах выполнения и контроля работ, влияющих на обеспечение безопасности ЯЭУ;
- о применении при необходимости статистических методов.

17.2.10. Инспекционный контроль.

Необходимо приводить информацию о результатах реализации ПОК путем проведения инспекций, в том числе:

- перечни инспекционных проверок;
- наличие программ инспекций;
- график планирования инспекций и его выполнение;
- подтверждение независимости инспекторского состава от инспектируемой работы;
- наличие и реализация ПОК;
- указание о порядке проведения инспекций точек контроля технологических процессов, этапов выполнения работ, после которых запрещаются дальнейшие работы без проведения инспекции и документального разрешения, основанного на результатах контроля и инспекций.

17.2.11. Контроль испытаний.

Необходимо приводить информацию о действующих процедурах, обеспечивающих полноту состава видов испытаний и опробования оборудования, изделий и систем, важных для безопасности ЯЭУ.

Следует показывать:

- перечень испытаний оборудования и систем для проверки того, что оборудование и системы будут работоспособны во время эксплуатации ЯЭУ;
- информацию о том, как в программах испытаний отражаются модель эксплуатации изделия, требования к метрологическому обеспечению, условиям приемлемости результатов испытаний;
- методы фиксирования и документирования результатов испытаний и оценки их приемлемости;
- ссылки на отчеты о проведенных испытаниях и описание их результатов с учетом реализации ПОК (О) и частных ПОК.

17.2.12. Метрологическое обеспечение.

Следует приводить информацию:

- о разработке и реализации программы проверки КИП и оборудования;
- об области распространения программы проверки, наличии перечней проверяемого оборудования и приборов;
- о наличии положения об идентификации КИП и испытательного оборудования;
- о действующих процедурах:

  организации аттестации, калибровки, поверки и идентификации КИП и испытательного оборудования;

  поддержания в рабочем состоянии и обслуживания КИП и испытательного оборудования;

  ведения, учета и хранения протоколов аттестации, калибровки и поверки КИП и испытательного оборудования.

17.2.13. Обеспечение качества программного обеспечения и расчетных методик.

Следует включать:

- информацию о действующих процедурах обеспечения качества программного обеспечения и расчетных методик, в том числе верификации программного обеспечения и расчетных методик;
- перечень программ, используемых для расчетов (нейтронно-физических, теплогидравлических, прочностных

и др.), проектных (систем автоматического проектирования) и исследовательских (автоматических систем научных исследований и др.) работ с указанием сведений о регистрации;

- порядок организации и обеспечения качества расчетных работ;
- порядок совершенствования технологии расчетного обоснования конструкций на всех стадиях проектирования;
- сведения о повышении квалификации исполнителей;
- сведения об использовании при написании программ, аттестованных баз данных;
- сведения об освоении и внедрении альтернативных отечественных и зарубежных программ;
- порядок обучения исполнителей современным методам численного решения теплофизических и других задач;
- порядок аттестации программных средств.

17.2.14. Обеспечение надежности.

Следует приводить информацию о действующих процедурах организации обеспечения надежности оборудования, изделий и систем, важных для безопасности ЯЭУ, а также порядок взаимодействия и схему организационной структуры участников работ по обеспечению надежности.

17.2.15. Контроль несоответствий.

В подразделе необходимо указывать информацию о действующих процедурах:

- регистрации нарушений требований к качеству работ (услуг) и (или) оборудования (ошибок проектирования, изготовления, дефектов и отказов оборудования, нарушений режимов эксплуатации, ошибок персонала и др.) и их анализа;
- исключения использования продукции, не соответствующей установленным требованиям (например, порядок отделения, утилизации, документирования, идентификации такой продукции) или приемки услуг, не соответствующих установленным требованиям;
- организации системы сбора и обработки данных о несоответствиях, нарушениях, дефектах, причинах их возникновения, принятых корректирующих мерах;

- определения, документирования и извещения соответствующих организаций об обнаруженных отклонениях в материалах, оборудовании и элементах.

Следует также приводить информацию о зафиксированных случаях принятия решений по выявленным несоответствиям, результатам их контроля службами качества и об анализе выявленных отступлений со стороны ЭО.

17.2.16. Корректирующие меры.

В подраздел необходимо включать:

- информацию о действующих процедурах разработки корректирующих мер по предотвращению повторения несоответствий, в том числе по результатам проверок, контролю за их реализацией, оценке их эффективности, документированию этой деятельности;
- информацию о действующих процедурах предупреждения возможных отклонений, несоответствий и контроля за обеспечением их эффективности;
- перечень основных корректирующих мер по результатам реализации ПОК на момент представления ООБ.

17.2.17. Записи по качеству.

Следует приводить:

- порядок контроля информации об обеспечении качества в ЭО, касающийся обеспечения качества ЯЭУ;
- наличие и выполнение процедуры по учету, хранению и выдаче документации, которая должна вестись в соответствии с письменно оформленными процедурами (стандартами предприятия, инструкциями);
- информацию о действующих процедурах формирования и ведения документации по обеспечению качества (установления вида записей в зависимости от важности, идентификации, сбора, индексирования, доступа, составления картотеки, хранения, ведения и уничтожения зарегистрированных данных о качестве, включая результаты инспекций, испытаний, проверок технологических процессов, анализа поставляемого оборудования, комплектующих изделий и материалов);
- описание системы отчетности о выполнении ПОК, которая должна включать порядок составления:

  отчетов о результатах проведенных проверок использования документов, качества разрабатываемой

продукции, затрат на соблюдение качества, оценки достоверности и др.;

годовых отчетов о качестве продукции за определенный период;

годовых отчетов об итогах осуществления авторского надзора при изготовлении, монтаже, испытаниях и эксплуатации.

17.2.18. Проверки (аудиты).

Следует приводить информацию о действующих процедурах проведения и оформления результатов независимых проверок (внутренних и внешних) фактического состояния выполнения ПОК, а также оценку ее эффективности.

# 18. ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ

18.1. Общие требования к настоящему разделу ООБ должны содержать:

- концепцию вывода из эксплуатации;
- организацию работ по выводу из эксплуатации.

Описание организационно-технических мероприятий и средств обеспечения радиационной безопасности при выводе из эксплуатации ЯЭУ судна должно соответствовать требованиям НД на момент представления ООБ.

18.2. Этапы вывода ЯЭУ и судна из эксплуатации.

Следует указывать возможные варианты вывода из эксплуатации, обеспечивающие минимальное облучение персонала и загрязнение окружающей среды с учетом экономических затрат на момент разработки проекта.

Показывать с возможной степенью детализации следующие этапы вывода из эксплуатации ЯЭУ судна:

- подготовку к утилизации судна с ЯЭУ;
- окончательный вывод из действия реактора и организацию последующего постоянного контроля за его состоянием;
- выгрузку активной зоны, удаление РАО, контроль радиоактивности оставшегося труднодемонтируемого, крупногабаритного оборудования с целью его выдержки для ослабления активности;
- дезактивацию оборудования ЯЭУ и помещений судна. Демонтаж оборудования и его удаление с судна, утилизацию или оставление для повторного использования;
- контроль материалов для дальнейшего неограниченного использования;
- принятие решения о режиме использования судна.

При изложении в разделе ООБ общих направлений и способов реализации вывода из эксплуатации следует приводить:

- перечень работ, выполняемых ЭО, до передачи судна на специализированное предприятие для утилизации;
- перечень материалов, которые можно повторно использовать без дополнительной переработки;
- перечень материалов, которые можно повторно использовать после дополнительной переработки;

- укрупненную номенклатуру оборудования, которое можно использовать повторно;
- ориентировочный объем переработки конструкций и оборудования судна (в тоннах) по принятому варианту;
- специальное оборудование, необходимое для вывода ЯЭУ из эксплуатации;
- базу данных, требуемую при выводе.

В ООБ следует приводить:

- схему образования отходов, связанных с выводом из эксплуатации и утилизацией судна с ЯЭУ, и ориентировочные сведения об их классификации и суммарном количестве;
- схемы обращения с РАО (отдельно для ТРО, ЖРО, ГРО) на специализированном предприятии при утилизации судов с ЯЭУ.

18.3. Материалы, представляемые в ООБ при проектировании по выводу из эксплуатации ЯЭУ судов.

18.3.1. В вариантах вывода из эксплуатации ЯЭУ судов следует рассматривать будущую стратегию вывода из эксплуатации проектируемой ЯЭУ путем рассмотрения различных вариантов вывода из эксплуатации с описанием для каждого варианта возможных конечных состояний ЯЭУ и судна с обоснованием наиболее целесообразного варианта.

Показывать, каким образом на всех этапах реализации каждого из вариантов вывода из эксплуатации ЯЭУ предполагается обеспечивать:

- непревышение дозовых пределов облучения персонала, населения и окружающей среды;
- получение минимальных количеств ( объемов ) РАО;
- снижение поступления РВ в окружающую среду до минимально возможного уровня.

Необходимо представлять:

- описание основных этапов вывода ЯЭУ из эксплуатации, каждого из вариантов вывода, включая примерный перечень основных мероприятий и работ по подготовке ее к выводу;
- примерный перечень основных планируемых мероприятий по обеспечению безопасности вывода из эксплуатации;

- примерный перечень систем и оборудования, требуемых для проведения работ по выводу из эксплуатации ЯЭУ, а также требования к их техническому состоянию.

Излагать предусмотренные в проекте ЯЭУ необходимые обоснования:

- выбора коррозионно-стойких конструкционных и корпусных материалов для оборудования и конструкций;
- выбора таких конструкционных и строительных материалов, активация которых нейтронами в ходе последующей эксплуатации ЯЭУ была бы минимальной;
- проектных решений, которые бы ограничивали возможность переноса и распространения активированных продуктов коррозии в технологических средах;
- размещения оборудования в помещениях, которое позволит в будущем проводить демонтаж и дезактивацию его поверхностей (внешних и внутренних) наиболее оптимальным образом;
- резервирования площадей на судне или на площадке базирования судна для размещения РАО и материалов повторного использования, образующихся при выводе ЯЭУ из эксплуатации;
- возможности размещения в помещениях ЯЭУ специального оборудования, необходимого для вывода ЯЭУ из эксплуатации.

Выбор и обоснование наиболее предпочтительного варианта следует проводить с учетом следующих факторов:

- возможных перспектив и планов дальнейшего использования ЯЭУ и судна, выводимых из эксплуатации;
- предполагаемого инженерного и радиационного состояния ЯЭУ на момент окончательного вывода реактора и возможности прогнозирования состояния ЯЭУ и судна на нужный момент времени в течение всего периода вывода ЯЭУ из эксплуатации;
- оценок возможного опасного радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду;
- действующих норм и правил обеспечения безопасности;
- оценок объемов, типов, агрегатного состояния РАО, образующихся при выводе ЯЭУ из эксплуатации;
- наличия установок и технологий обращения с РАО;

- наличия хранилищ для хранения РАО, образующихся при выводе ЯЭУ из эксплуатации;
- оценок объемов, типов, агрегатного состояния материалов повторного использования и т.п.

18.3.2. К проектным решениям, направленным на обеспечение безопасности вывода из эксплуатации ЯЭУ и реализуемым на этапах проектирования и строительства, относятся:

- обоснование ресурса оборудования и работоспособности систем, необходимых для вывода ЯЭУ из эксплуатации не только на период проектного срока службы ЯЭУ, но и на период вывода ее из эксплуатации, либо возможности их замены или продления ресурса;
- выбор установок по обращению с РАО;
- сортировка РАО после дезактивации и кондиционирования по группам радиоактивных загрязнений в соответствии с нормами и правилами обращения с РАО;
- транспортная схема доставки РАО к комплексу по обращению с РАО и в хранилище кондиционированных РАО;
- транспортирование демонтированного радиоактивного оборудования к комплексу по обращению с РАО для дезактивации, фрагментации и кондиционирования с последующим безопасным перемещением их на захоронение;
- организация транспортных схем для захоронения активированного недемонтируемого оборудования в период вывода из эксплуатации ЯЭУ;
- максимально возможное высвобождение хранилищ РАО от отходов, накопленных в период эксплуатации, перед развертыванием работ по выводу ЯЭУ из эксплуатации;
- резервирование на судне и в пункте возможного базирования судна дополнительных площадей для размещения сооружений, необходимых на этапе вывода ЯЭУ из эксплуатации;
- резервирование на судне и в пункте возможного базирования судна мест складирования материалов повторного (ограниченного и неограниченного) использования;

- организация выходного радиационного контроля для материалов, возвращаемых в хозяйственный оборот.

В ООБ следует показывать, что проектом судна предусмотрено выполнение:

- фрагментов корпусных конструкций с геометрическими размерами, позволяющими разделять активированную излучениями часть защитной конструкции по уровням наведенной активности (высокой, средней, низкой), а также на части для ограниченного и неограниченного использования;
- радиационной защиты технологического, радиоактивного оборудования (например, бака железоводной защиты РУ) в модульном варианте с обеспечением при этом всех прочностных характеристик защитной конструкции;
- модульного варианта защитной конструкции, предусматривающего возможность разделения ее на зоны с различными уровнями загрязненности РВ и зоны без загрязнений;
- использования специальных герметизирующих покрытий (одно-, двух- или трехслойных) для уменьшения загрязнения радионуклидами конструкций;
- специальных съемных листов в корпусных конструкциях помещений для организации монтажных проемов, обеспечивающих доступ к радиоактивному оборудованию для его демонтажа.

Следует анализировать, достаточна ли производительность штатных систем вентиляции, водоснабжения, воздухоочистки для долговременного проведения в полном объеме будущих демонтажных работ или требуются дополнительные системы.

18.3.3. Характеристики оборудования и корпусных конструкций.

Следует представлять и анализировать с позиций обеспечения будущего безопасного вывода из эксплуатации ЯЭУ проектные массогабаритные характеристики основного, технологического и вспомогательного оборудования ЯЭУ:

- габариты и масса корпуса реактора, материал из которого он изготовлен, общая масса реактора, размеры активной зоны, количество ТВС в активной зоне, габариты

и масса бака железоводной защиты, кессона реактора и т. п.;

- габариты и масса ЦНПК, холодильника фильтра, ПГ, биологической защиты, теплообменника, третьего и четвертого контуров, механизмов приводов СУЗ и т. д.;
- габариты и масса оборудования и трубопроводов контуров.

Во всех случаях, если имеет место облучение нейтронами в ходе эксплуатации ЯЭУ, необходимо приводить химический состав материалов, необходимый для расчетов по активации нейтронами узлов и элементов оборудования и корпусных конструкций.

Следует приводить:

- номенклатуру технологического и вспомогательного оборудования ЯЭУ, его состав, массогабаритные характеристики, марки и химические составы сталей, из которых оно изготовлено;
- сведения о приспособленности (например, фрагментации и т. п.) и ограничениях основного, технологического и вспомогательного оборудования к демонтажу и транспортированию при выводе ЯЭУ из эксплуатации;
- сведения о компоновке оборудования, систем и корпусных конструкций в помещениях ЯЭУ.

Данные о компоновке оборудования, систем и корпусных конструкций РУ должны иллюстрировать транспортно-технологическую схему ЯЭУ, привязку оборудования, систем и конструкций внутри помещений ЯЭУ, с указанием зон, не доступных для проведения демонтажных работ (отсутствие монтажных, технологических проемов достаточных габаритов, проходов, лазов; наличие недемонтируемого оборудования и трубопроводов по штатной технологии ремонта-замены).

Классификация помещений ЯЭУ должна определять помещения I, II, III категорий контролируемой зоны и другие помещения наблюдаемой зоны.

В описании систем материально-технического обеспечения, технического обслуживания и ремонта ЯЭУ следует приводить сведения:

- о составе технологической и проектной документации по типовым работам технического обслуживания и ремонта оборудования и систем ЯЭУ;

- о проектной номенклатуре средств технологического оснащения, технического обслуживания, ремонта оборудования и систем ЯЭУ;
- о проектной номенклатуре комплектующих изделий и материалов, обеспечивающих вывод ЯЭУ из эксплуатации для любого варианта;
- о номенклатуре площадок, помещений для сбора, переработки и хранения образующихся РАО;
- о номенклатуре и характеристиках дополнительных подъемно-транспортных средств и коммуникаций, которые потребуются для выполнения работ при выводе из эксплуатации ЯЭУ.

Эти сведения следует согласовывать с принятыми проектно-конструкторскими решениями, направленными на обеспечение безопасного вывода из эксплуатации ЯЭУ и информировать:

- о планируемых решениях по этому направлению в части обеспечения транспортирования демонтируемого оборудования, систем и корпусных конструкций (включая и радиоактивные), переработки РАО, их хранения;
- о принятых в проекте объемно-планировочных решениях ЯЭУ для ведения демонтажных операций и транспортирования с использованием дистанционно управляемых средств, включая робототехнические;
- о выбранных конструкционных материалах для работы в условиях повышенных полей радиации и направленных на ограничение образования долгоживущих радионуклидов;
- об использовании разъемно-модульных узлов в основном оборудовании и системах ЯЭУ, разъемных стыков и соединений частей оборудования с различной степенью загрязненности РВ.
- В подразделе следует указывать:
- применение в проекте ЯЭУ легкосъемных покрытий, других средств и мероприятий для ограничения распространения радиоактивных загрязнений и их стабилизации;
- обеспечение возможности отбора проб несущих металлоконструкций для определения фактических механических свойств и остаточного ресурса;

- обеспечение дезактивации оборудования и систем, не подлежащих повторному использованию, и обеспечение необходимыми площадями (помещениями) для временного складирования и хранения РАО.

18.3.4. Оценка качественного и количественного состава РВ, накопленных в основном, технологическом и вспомогательном оборудовании и корпусных конструкциях за весь период эксплуатации.

На основании проектных сведений о номенклатуре оборудования и конструкций, массогабаритных характеристиках, химическом составе материалов и т.п., а также возможного режима эксплуатации и проектного срока службы ЯЭУ следует представлять консервативные расчетные оценки содержания радионуклидов в материалах оборудования и конструкциях в результате активации их под действием интегрального облучения (на момент последнего вывода реактора из действия и через год после вывода реактора из действия).

Данные о полной и объемной удельной активности необходимо представлять для каждой подвергающейся в ходе эксплуатации ЯЭУ облучению нейтронами единицы оборудования и конструкции.

Для корпусных конструкций (кессона реактора, бака биологической защиты и т.п.) следует приводить сведения о распределении радионуклидов по глубине.

На основании такого рода информации необходимо давать консервативные оценки (по массе и объему) РАО и материалов повторного использования, образующихся при выводе из эксплуатации ЯЭУ.

В подразделе следует приводить результаты анализа для использования в проекте хотя бы двух возможных вариантов снижения количества радионуклидов в стальных конструкциях ЯЭУ, например:

- путем замены сплавов с высоким содержанием кобальта и никеля сплавами с их низким содержанием или сплавами без этих компонентов;
- путем уменьшения содержания кобальта, серебра, ниобия и никеля в конструкционных материалах.

На основании предполагаемых технологий резки и разрушения металлов при демонтаже с учетом сведений о материалах и конкретном оборудовании следует давать оценки количе-

ства радионуклидов и дисперсного состава аэрозолей, которые будут образовываться в процессе демонтажа.

Для производственных помещений необходимо представлять оценки мощностей доз гамма-излучения, обусловленные отдельными активированными узлами оборудования и конструкций.

18.3.5. Радиационный контроль при выводе из эксплуатации.

На основании анализа возможных источников ионизирующего излучения и характеристик аэрозолей следует формулировать требования к видам и объему радиометрического, спектрометрического и дозиметрического контроля для этапа вывода из эксплуатации. Определять средства защиты для персонала, средства очистки воздуха в локальных системах вентиляции.

В течение всего периода производства работ по выводу из эксплуатации следует осуществлять радиационный контроль за радиационной обстановкой на судне с использованием судовой системы радиационного контроля. В случае необходимости систему необходимо усовершенствовать и дополнить с учетом специфики выполняемых работ.

Следует показывать, что система радиационного контроля будет работоспособной после вывода реактора из действия в течение всего периода ведения работ по утилизации судна и обеспечивает измерения:

- удельной активности отходов (слабо-, средне- и высокоактивных) и материалов повторного использования (ограниченного и неограниченного);
- мощности гамма-излучения в помещениях;
- мощности гамма-излучения отдельных узлов и оборудования выемной сборки, корпуса реактора и др. и фрагментов оборудования реактора при демонтаже, сортировке по группам радиоактивности и транспортировании;
- поверхностной бета-загрязненности оборудования и помещений;
- удельной объемной активности аэрозолей в воздухе.

Следует показывать, что система внешней дозиметрии обеспечивает контроль за поступлением в окружающую среду

любого из образующихся при проведении работ по выводу из эксплуатации ЯЭУ радионуклида или их смесей.

18.4. Материалы, представляемые в ООБ по обоснованию безопасности вывода из эксплуатации ЯЭУ судов.

В ООБ по результатам ввода в эксплуатацию следует:

- анализировать и учитывать появившиеся на этапе строительства изменения в проектных решениях, выборе материалов оборудования и конструкций, компоновке оборудования и т. п., существенные для вывода из эксплуатации;
- учитывать появившиеся за время от начала строительства судна с ЯЭУ новые технологии демонтажа оборудования и конструкций, технологии обращения с РАО и т. п., которые могут повлиять на выбор и обоснование ранее принятого варианта вывода из эксплуатации ЯЭУ;
- представлять описание основных, наиболее целесообразных (по безопасности, срокам, стоимости и т. п.) вариантов вывода из эксплуатации ЯЭУ с учетом предшествовавшей ее эксплуатации.

В ООБ необходимо учитывать практический опыт эксплуатации систем, важных для проведения работ по выводу из эксплуатации, (систем вентиляции, воздухоочистки и т. п.), представлять обоснования их работоспособности и достаточности в течение всего времени вывода из эксплуатации ЯЭУ. ООБ должен содержать все дополнения проектных решений, которые фактически были (или не были) реализованы после завершения строительства судна с ЯЭУ.

18-11

**НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ**

**ТРЕБОВАНИЯ**
**К ОТЧЕТУ ПО ОБОСНОВАНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ**
**ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ УСТАНОВОК СУДОВ**

**НП-023-2000**

Ответственный за выпуск Синицына Т.В.
Верстка Зернова Э.П.

Подписано в печать 20.04.08
Тираж 100 экз.
Формат 60x90 1/16
Отпечатано в НТЦ ЯРБ

gost.e-ecolog.ru