



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ
РОСАТОМ

Отраслевой центр компетенций
«ИНЖЕНЕРНОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

Тема 3. Лицензирование

Часть 1. Порядок подготовки, экспертизы, корректировки ООБ при получении лицензии на сооружение и эксплуатацию АЭС

Занятие 7

Ершов Геннадий Алексеевич

Заместитель директора-начальник управления ТЭЭ АЭС, д.т.н., профессор

17.01.2025

Цели обучения



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ
РОСАТОМ

Конечная цель

Ознакомиться с порядком подготовки, экспертизы, корректировки ООБ при получении лицензии на сооружение АЭС

Промежуточные цели

- Ознакомиться с назначением отчета по обоснованию безопасности
- Ознакомиться с составом отчета по обоснованию безопасности для АЭС с ВВЭР и АЭС с БН
- Изучить общий алгоритм разработки, экспертизы и доработки ООБ
- Ознакомиться с типовой структурой описания систем АЭС в ООБ
- Ознакомиться с примерами документов, разрабатываемыми в ходе экспертизы и доработки ООБ

Назначение и состав отчета по обоснованию безопасности (1)



НП-001-15, п.1.2.8: Система технических и организационных мер по обеспечению безопасности АС, проектные основы систем и элементов, важных для безопасности, должны быть представлены в ООБ АС, разработка которого обеспечивается эксплуатирующей организацией с участием разработчиков проектов АС и РУ.

Расхождения, влияющие на безопасность АС, между информацией, содержащейся в ООБ АС и проекте АС, либо расхождения проекта АС с его реализацией не допускаются.

Соответствие ООБ АС реальному состоянию АС должно поддерживаться эксплуатирующей организацией в течение всего срока службы АС.

НП-001-15, п.1.2.9: В ООБ АС должны быть представлены детерминистические и вероятностные анализы безопасности. Анализы безопасности должны быть выполнены для всех эксплуатационных состояний АС и учитывать все имеющиеся на АС места нахождения ядерных материалов, радиоактивных веществ и РАО, в которых может возникнуть нарушение нормальной эксплуатации АС.

Детерминистические анализы проектных аварий должны выполняться на основе консервативного подхода.

Вероятностные анализы безопасности должны включать оценку вероятности большого аварийного выброса. Анализы безопасности должны сопровождаться оценками погрешностей и неопределенностей получаемых результатов.

Используемые при обосновании безопасности программные средства должны быть аттестованы.

Назначение и состав отчета по обоснованию безопасности (2)



Содержание ООБ и требования к информации, отражаемой в нем, определяются следующими ст. НП-001-15:

1.2. Основные критерии и принципы обеспечения безопасности - 1.2.8, 1.2.9, 1.2.14, 1.2.15, 1.2.16, 1.2.26,

II. Классификация систем и элементов - 2.11,

III. Основные принципы безопасности, реализуемые в проекте атомной станции и ее систем - 3.1.17, 3.1.18, 3.4.1.2, 3.4.2.9, 3.8.1,

IV. Обеспечение безопасности атомных станций при вводе в эксплуатацию блока АС и при эксплуатации - 4.1.2, 4.1.5, 4.1.6, 4.2.1, 4.2.5, 4.2.6, 4.3.1,

V. Вывод атомной станции из эксплуатации - 5.3, 5.4, 5.7, 5.8

НП-001-15, п. 4.2.6:

Предварительная редакция окончательного ООБ АС должна быть разработана до завоза ядерного топлива на блок АС.

После завершения этапа опытно-промышленной эксплуатации должна быть разработана окончательная редакция ООБ АС, которая должна учитывать результаты, полученные на этапах физического, энергетического пусков и опытно-промышленной эксплуатации блока АС.

Содержание ОООб АЭС с реакторами типа БН (1)



Наименование раздела	Книги	Объем, стр.
Введение	Книга Вв	52
Раздел 1 Общее описание блока АС	Книга 1.1	301
Раздел 2 Характеристика района размещения и площадки АС	Книга 2.1	151
	Книга 2.2	336
	Книга 2.3	353
Раздел 3 Общие положения проектирования зданий, сооружений, систем и элементов	Книга 3	429
Раздел 4 Реактор и системы первого контура	Книга 4.1	106
	Книга 4.2	162
	Книга 4.3	189
	Книга 4.4	111
Раздел 5 Второй контур и связанные с ним системы	Книга 5	302
Раздел 6 Третий контур	Книга 6.1	68
	Книга 6.2	242
	Книга 6.3	224
Раздел 7. Управление технологическими процессами	Книга 7	298
Раздел 8 Электроснабжение	Книга 8	284
Раздел 9 Вспомогательные системы	Книга 9.1	251
	Книга 9.2	385
	Книга 9.3	214
	Книга 9.4	190
	Книга 9.5	235
	Книга 9.6	153
	Книга 9.7	85
	Книга 9.8	246
	Книга 9.9	374

Содержание ОООб АЭС с реакторами типа БН (2)



Раздел 10 Обращение с радиоактивными отходами	Книга 10.1	96
	Книга 10.2	506
	Книга 10.3	75
Раздел 11 Радиационная безопасность	Книга 11	165
Раздел 12 Системы безопасности	Книга 12.1	200
	Книга 12.2	111
	Книга 12.3	138
	Книга 12.4	164
	Книга 12.5	228
	Книга 12.6	246
	Книга 12.7	314
	Книга 12.8	256
	Книга 12.10	113
	Книга 12.11	22
Раздел 13 Ввод в эксплуатацию	Книга 13	370
Раздел 14 Эксплуатация	Книга 14	270
Раздел 15 Анализ нарушений в работе блока АС, включая аварии	Книга 15.1	314
	Книга 15.2	185
	Книга 15.3	79
	Книга 15.4	216
Раздел 16 Пределы и условия безопасной эксплуатации. Эксплуатационные пределы и условия	Книга 16	97
Раздел 17 Обеспечение качества	Книга 17	65
Раздел 18 Вывод из эксплуатации блока АС	Книга 18	135
Всего		10442

Порядок разработки отчета по обоснованию безопасности по НП-006-16



Ст. 12. ООБ АС разрабатывается эксплуатирующей организацией с участием разработчиков проектов РУ и АС и представляется в уполномоченный орган государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии в составе комплекта документов, обосновывающих безопасность АС при:

- размещении
- проектировании
- сооружении
- эксплуатации АЭС

ООБ АС должен быть согласован с разработчиками проектов АС и РУ и утвержден эксплуатирующей организацией

Ст. 13. Для каждого блока многоблочной АС должен разрабатываться самостоятельный ООБ АС

Ст. 14. В составе комплекта документов, обосновывающих безопасность АС при размещении, в уполномоченный орган государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии должен представляться ООБ АС, состоящий из раздела "Введение", главы 1 "Общее описание АС" и главы 2 "Характеристика района и площадки АС"

Ст. 15. ООБ АС, входящий в состав комплекта документов, обосновывающих безопасность АС при сооружении или при эксплуатации, представляется в уполномоченный орган государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии в полном объеме

Ст. 16. После завершения этапа опытно-промышленной эксплуатации ввода блока АС в эксплуатацию ООБ АС должен быть откорректирован с учетом результатов, полученных на этапах предпусковых наладочных работ, физического пуска, энергетического пуска и опытно-промышленной эксплуатации блока АС. При этом представляемая в ООБ АС информация должна соответствовать фактическому состоянию блока АС по результатам строительства, изготовления, монтажа и ввода блока АС в эксплуатацию

Пример графика разработки отчета по обоснованию безопасности



Содержание и график разработки ОООб энергоблока № 4 Белоярской АЭС на 2012 год												
Структурная единица	Шифр/ позиция	Наименование работы	Ответственный	Срок выпуска	Порядковый номер задания	Наименование выдаваемых заданий, материалов, исходных данных	Выдающий данные	Кому выдаются данные*	Срок выдачи	Соисполнитель	Срок выполнения работы соисполнителем	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
БЛ.4-0-0-ОООб-001/Вв	В	Введение	БГИП-3	30.11.2011								
	В.1	Основание для разработки проекта	БГИП	30.11.2011								
	В.2	Общая характеристика АЭС	БГИП	30.11.2011								
	В.3	Стадия разработки отчета	БГИП	30.11.2011								
	В.4	Сведения об эксплуатирующей организации и подрядчиках	БГИП	30.11.2011								
	В.5	Сведения о разработчиках отчета	БГИП	30.11.2011								
	В.6	Информация о НИР и ОКР	БГИП	30.05.2012			ФЭИ ОКБМ	БГИП-3	25.10.2011	ФЭИ ОКБМ	01.05.2012	ОКБМ и ФЭИ представляют сведения о выполненных НИР и ОКР, согласовывают материал раздела
	В.7	Характеристика отчета	БГИП	30.11.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1	1	Раздел 1. Общее описание блока АС	ТО	30.11.2011								Корректировка для поддержания ОООб в актуальном состоянии
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.1	1.1	Условия строительства	СУ (БИИ)	30.06.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.2	1.2	План размещения	ОГТ	30.06.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.3	1.3	Описание принципиальной схемы энергоблока	ТМО-БН	30.06.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.4	1.4	Основные технические характеристики энергоблока	ТМО-БН	30.06.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.5	1.5	Характеристики энергосистемы	ЭТО-1	30.06.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.6	1.6	Режимы эксплуатации блока и события, учитываемые в проекте	ТМО-БН	30.06.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.7	1.7	Концепция обеспечения безопасности	ОКБМ	30.06.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.7.1	1.7.1	Основные принципы и критерии обеспечения безопасности	ОКБМ	30.09.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.7.2	1.7.2	Обеспечение ядерной безопасности	ОКБМ	30.11.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.7.3	1.7.3	Обеспечение радиационной безопасности	ОКБМ	30.11.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.7.4	1.7.4	Обеспечение пожарной безопасности	ТО	15.09.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.7.5	1.7.5	Обеспечение защиты от природных и техногенных воздействий	СУ (БИИ)	01.07.2011								
БЛ.4-0-0-ОООб-001/1.7.6	1.7.6	Планы мероприятий по защите работников и населения в случае	ОКБМ	15.11.2011								

ОООБ АЭС с ВВЭР. Общие положения (1)



Ст. 5. Информация, содержащаяся в ООБ АС, должна подтверждать соответствие блока АС требованиям ФНП в области использования атомной энергии, а также установленным в проектной документации АС (далее - проект) критериям и принципам обеспечения безопасности.

Ст. 6. Если в ООБ АС вместо представления информации в соответствии с настоящими Требованиями приводятся ссылки на документы, где содержится недостающая информация, то данные документы должны представляться совместно с ООБ АС. Иные документы, на которые имеются ссылки в ООБ АС, представляются по запросу уполномоченного органа государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии.

Ст. 8. В случае если степень готовности материалов на стадии разработки ООБ АС, представляемого в составе комплекта документов, обосновывающих обеспечение безопасности при сооружении АС, не соответствует положениям настоящих Требований, то информация, представляемая в ООБ АС, должна отражать фактическое состояние стадии разработки ООБ АС, а также используемой для его разработки проектной документации. При этом дополнительно должны представляться:

сведения о планируемых к выполнению, но отсутствующих на момент представления ООБ АС обоснованиях используемых в проекте технических решений, дающие достаточное представление об их техническом содержании;

- обоснование необходимости применения в проекте новых технических решений с приведением информации об их влиянии на безопасность АС
- график представления отсутствующей информации

ОООБ АЭС с ВВЭР. Общие положения (2)



Ст. 9. Представляемые в ООБ АС сведения о выполнении требований ФНП в области использования атомной энергии должны содержать документально подтвержденные обоснования их выполнения.

Ст. 10. При необходимости указания в нескольких главах (или разделах в пределах одной главы) ООБ АС сведений аналогичного содержания такие сведения должны быть изложены в одной из глав (или разделов главы) ООБ АС, а в иных главах (или разделах главы) приведены ссылки на эти сведения.

Ст. 11. Информация о выполненных расчетных анализах должна подтверждать достаточность и полноту объема выполненных расчетных анализов, учет всех факторов, влияющих на результат.

Должно представляться описание ПС, упоминаемых в ООБ АС.

Должны приводиться сведения об аттестации указанных ПС, а в случае, если аттестация ПС не проведена - результаты верификации ПС аналитическими и экспериментальными методами.

Должна содержаться информация о том, что ПС использовались в областях применения, указанных в аттестационных паспортах.

Данные, достаточные для выполнения при необходимости повторного расчетного анализа (схемы, принятые допущения, исходные данные), предоставляются по требованию органа государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии.

ООБ АЭС с ВВЭР. Общие положения (3)



Ст. 12. ООБ АС разрабатывается эксплуатирующей организацией с участием разработчиков проектов РУ и АС и представляется в уполномоченный орган государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии в составе комплекта документов, обосновывающих безопасность при размещении, проектировании, сооружении и эксплуатации.

ООБ АС должен быть согласован с разработчиками проектов АС и РУ и утвержден эксплуатирующей организацией.

Ст.13. Для каждого блока многоблочной АС должен разрабатываться самостоятельный ООБ АС.

Ст. 14. В составе комплекта документов, обосновывающих безопасность АС при размещении, в уполномоченный орган государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии должен представляться ООБ АС, состоящий из раздела "Введение", главы 1 "Общее описание АС" и главы 2 "Характеристика района и площадки АС".

Ст. 16. После завершения этапа опытно-промышленной эксплуатации ввода блока АС в эксплуатацию ООБ АС должен быть откорректирован с учетом результатов, полученных на этапах предпусковых наладочных работ, физического пуска, энергетического пуска и опытно-промышленной эксплуатации блока АС. При этом представляемая в ООБ АС информация должна соответствовать фактическому состоянию блока АС по результатам строительства, изготовления, монтажа и ввода блока АС в эксплуатацию.

Ст. 18. Должно поддерживаться соответствие ООБ АС реальному состоянию АС.

Ст. 20. Изменения, вносимые в ООБ АС, должны быть согласованы с организациями, участвовавшими в его разработке, и утверждены эксплуатирующей организацией.

Содержание ОООб АЭС с ВВЭР (1)



Глава 1. "Общее описание АС"

Глава 2. "Характеристика района и площадки АС"

Глава 3. "Общие положения проектирования зданий, сооружений, систем и элементов АС"

Глава 4. "Реактор"

Глава 5. "Первый контур и связанные с ним системы"

Глава 6. "Паротурбинная установка"

Глава 7. "Управление и контроль"

Глава 8. "Электроснабжение, связь и оповещение"

Глава 9. "Вспомогательные системы блока АС"

Глава 10. "Обращение с радиоактивными отходами"

Глава 11. "Защита от радиации"

Глава 12. "Системы безопасности. Специальные технические средства для управления запроектными авариями"

Глава 13. "Ввод в эксплуатацию блока АС"

Глава 14. "Эксплуатация"

Глава 15. "Анализ нарушений нормальной эксплуатации, включая проектные и запроектные аварии"

Глава 16. "Пределы и условия безопасной эксплуатации. Эксплуатационные пределы и условия"

Глава 17. "Обеспечение качества"

Глава 18. "Вывод из эксплуатации"

Содержание ОООб АЭС с ВВЭР (2)



НП-006-16, п. 1.7 – Концепция обеспечения безопасности АС

1.7.1 Основные принципы и критерии обеспечения безопасности АС

1.7.2 Обеспечение ядерной безопасности

1.7.3 Обеспечение радиационной безопасности

1.7.4 Обеспечение пожарной безопасности

1.7.5 Обеспечение защиты АС от природных и техногенных воздействий

1.7.6 Планы мероприятий по защите персонала и населения в случае радиационной аварии на АС

НП-006-16, п. 1.8 – Результаты количественного анализа безопасности

1.8.1 Надежность систем и элементов, важных для безопасности АС

1.8.2 Детерминистический анализ безопасности

1.8.3 Вероятностный анализ безопасности



Концепция обеспечения безопасности АС

1.7.1 Основные принципы и критерии обеспечения безопасности АС

В разделе должна быть приведена следующая информация:

- принятые в составе проекта АС основные критерии безопасности и проектные пределы для различных эксплуатационных состояний
- перечень нормативных документов, на соответствие требованиям которых выполнен анализ безопасности АС
- сведения об использовании в проекте АС свойств внутренней самозащищенности с указанием за счет чего они реализуются
- сведения об обеспечении безопасности АС за счет последовательной реализации принципа глубокоэшелонированной защиты
- сведения о том, что в проекте АС приняты меры по обеспечению независимости между различными уровнями глубокоэшелонированной защиты
- состав СБ, подтверждение выполнения принципов построения СБ: единичного отказа, резервирования, разнообразия, независимости (информация должна сопровождаться принципиальными структурными схемами, характеризующими построение СБ)

Содержание ОООб АЭС с ВВЭР (4)



- сведения об объеме и способах осуществления функций безопасности
- состав специальных технических средств по управлению ЗПА
- обоснование защищенности СБ, специальных технических средств по управлению ЗПА от отказов по общим причинам (пожары, затопления, внешние природные и техногенные воздействия)
- доказательства защищенности СБ и специальных технических средств по управлению ЗПА от ошибок персонала
- информацию об опыте проектирования, строительства, монтажа, эксплуатации, испытаний, исследований, используемом для технических и организационных решений, принятых для обеспечения безопасности АС
- информацию о проектных и запроектных авариях, учитываемых в проекте АС, о мероприятиях, предотвращающих развитие и смягчающих последствия ЗПА, о мерах по управлению тяжелыми авариями



Концепция обеспечения безопасности АС

1.7.2 Обеспечение ядерной безопасности

Должна быть приведена информация о целях ядерной безопасности и системах, с помощью которых обеспечивается их достижение.

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

Должны быть приведены сведения о том, как обеспечивается ядерная безопасность за счет использования свойств внутренней самозащищенности реактора.

Должны быть представлены данные о балансе реактивности для всех возможных состояний нормальной эксплуатации АС, ее нарушений, включая проектные аварии; должна быть проанализирована возможность появления положительных эффектов реактивности при авариях и дана оценка их возможных последствий.

Должна быть представлена структура предусмотренных технических средств воздействия на реактивность, функции отдельных систем и подсистем и их надежность.

Должны быть приведены данные об эффективности, надежности и быстродействии АЗ.

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

Должна быть представлена краткая информация о методах предотвращения локальной критичности при указанных видах работ.



Концепция обеспечения безопасности АС

1.7.3 Обеспечение радиационной безопасности

Должна быть приведена информация о технических средствах и организационных мероприятиях по обеспечению защиты персонала, населения и окружающей среды от воздействия ионизирующих излучений.

Должна быть приведена информация об эффективности защиты от источников потенциального облучения для обеспечения непревышения индивидуального риска в условиях нормальной эксплуатации АС и о том, что риск потенциального облучения не превышает граничных значений обобщенного риска для персонала и населения в течение срока, установленного в нормативных правовых актах.

Должна быть представлена информация о соблюдении установленных нормативными правовыми актами Российской Федерации требований по выбросам и сбросам в окружающую среду (с учетом всех блоков АС)



Концепция обеспечения безопасности АС

1.7.5. Обеспечение защиты АС от природных и техногенных воздействий

Должна быть приведена следующая информация:

- перечень внешних воздействий природного и техногенного характера и их сочетаний, учитываемых в проекте АС, с указанием характеристик интенсивности воздействий и частот их возникновения
- нормативные основы расчета защиты от внешних воздействий, предусмотренные меры защиты от внешних воздействий, учитываемых в проектных основах
- сведения о защищенности от внешних воздействий, превосходящих интенсивность воздействий, учитываемых в проектных основах
- сведения о методиках и расчетных программах оценки внешних воздействий и необходимых защитных мерах



Концепция обеспечения безопасности АС

1.8.1 Надежность систем и элементов, важных для безопасности АС

Должна быть представлена следующая информация о надежности систем и элементов, важных для безопасности АС:

- перечень (номенклатуру) показателей надежности для систем и элементов АС, для которых в соответствии с ФНП в области использования атомной энергии требуется выполнение анализа надежности
- результаты расчетного и экспериментального обоснования показателей надежности
- выводы о соответствии показателей надежности требованиям нормативных правовых актов и проектным критериям
- результаты качественного анализа надежности
- оценка неопределенностей результатов анализа надежности
- ссылки на используемые расчетные методики и программы
- характеристики исходных данных о надежности



Концепция обеспечения безопасности АС

1.8.2 Детерминистический анализ безопасности

Должна быть представлена краткая информация о выполненных анализах нарушений нормальной эксплуатации АС, включая проектные аварии, а также ЗПА, детальное описание которых приводится в главе 15 ООБ АС

Информация приводится по всем группам рассмотренных аварийных режимов и для каждой группы содержит следующие данные:

- количество рассмотренных режимов
- обоснование выбора режимов и цели анализа
- характеристику полученных результатов и оценку их консервативности
- Для ЗПА должна быть приведена информация об обосновании полноты и представительности окончательного перечня ЗПА (включая тяжелые аварии), а также об учете аварий, происходящих одновременно на нескольких блоках многоблочной АС, со ссылкой на информацию, которая приведена в главе 15 ООБ АС



Концепция обеспечения безопасности АС

1.8.3 Вероятностный анализ безопасности

Должна быть представлена следующая информация о результатах выполненного ВАБ:

- виды выполненных ВАБ (ВАБ первого уровня, ВАБ второго уровня)
- сведения об учете всех мест нахождения ЯМ, РВ и РАО на АС
- сведения об учете всех исходных состояний нормальной эксплуатации АС (работа на полном и частичном уровнях мощности; состояния перегрузки топлива, разогрева и расхолаживания)
- характеристика использованной базы данных о надежности
- информация о перечне рассмотренных ИС (внутренние ИС, пожары и затопления, а также внешние воздействия природного и техногенного характера)
- информация о выполненном количественном анализе надежности систем и учете взаимосвязи между системами

Содержание ОООб АЭС с ВВЭР (11)



Концепция обеспечения безопасности АС

- информация об использованных моделях аварийных последовательностей, критериях успеха выполнения требуемых функций для основных систем
- данные об учете отказов по общей причине
- данные об учете действий и ошибок персонала
- информацию об оценках чувствительности и неопределенностей
- итоговые результаты ВАБ с приведением информации о выполнении требований ФНП, регламентирующих основные требования к ВАБ блока АС
- Должны быть приведены сведения об основных вкладчиках в вероятность тяжелой аварии и вероятность большого аварийного выброса и распределение долей их относительных вкладов

Содержание ОООб АЭС с ВВЭР (12)



НП-006-16, п. 2.2 – Техногенные условия размещение АС.

2.2.1 Базовые материалы для определения частоты реализации и параметров внешних воздействий техногенного происхождения

2.2.2 Методы прогноза характеристик и параметров внешних воздействий техногенного происхождения

2.2.3 Параметры и характеристик внешних воздействий техногенного происхождения

НП-006-16, п. 3.1.1.2 – Оценка выполнения требований по обеспечению безопасности АС

НП-006-16, п. 3.1.2 – Допущенные несоответствия требованиям ФНП в области использования атомной энергии и принятые компенсирующие меры

НП-006-16, п. 3.3 – Классификация систем и элементов АС

НП-006-16, п. 3.3 – Параметры воздействий на здания, сооружения, системы и элементы АС, вызванных техногенными и природными факторами

Содержание ОООб АЭС с ВВЭР (13)



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ
РОСАТОМ

НП-006-16, глава 15 – Анализ нарушений нормальной эксплуатации, включая проектные и запроектные аварии

15.1 Нарушения нормальной эксплуатации, включая проектные аварии

15.1.1 Окончательный перечень ИС для анализа проектных аварий

15.1.2 Классификация ИС

15.1.3 Проектные пределы и критерии безопасности

15.1.4 Обеспечение консервативного подхода

15.1.5 Представление результатов анализа

15.2 Запроектные аварии

15.2.1 Окончательный перечень запроектных аварий

15.2.2 Анализ запроектных аварий. Управление ЗПА

15.3 Используемые программные средства

15.4 Исходные данные для выполнения анализа

Типовая структура описания систем в ООБ (1)



1. Проектные основы

В подразделе должны быть приведены:

- назначение системы и описание выполняемых ею функций
- перечень нормативных документов, требованиям которых должна удовлетворять система
- принципы и критерии, положенные в основу проекта системы
- режимы нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации, включая аварии (перечни ИС аварий, отказов, внешних воздействий, ошибок персонала и сочетаний вышеназванных событий), при которых требуется работа системы; для специальных технических средств для управления ЗПА должен быть приведен перечень ЗПА, требующих работы указанных технических средств
- исходные данные для проектирования, определяющие требуемые характеристики и параметры системы, а также внешние условия, при которых эти характеристики должны быть обеспечены; необходимо привести предельные значения нагрузок на элементы системы при нормальной эксплуатации и ее нарушениях, включая аварии, а также при внешних воздействиях (характерных для площадки размещения АС), при которых требуется работа данной системы
- требования к компоновке системы
- требования к связанным системам

Типовая структура описания систем в ООБ (2)



- требования к показателям надежности системы (при их наличии)
- информация об учете требований по выводу блока АС из эксплуатации

Должна быть приведена информация о следующих принципах, заложенных в проект системы, и **показано** их выполнение:

- соблюдение принципа единичного отказа для функций безопасности, в выполнении которых участвует рассматриваемая система (для СБ)
- обеспечение резервирования (приводить сведения о принятом в проекте резервировании отдельных элементов системы (выполняющих одну и ту же функцию независимо от требований, связанных с удовлетворением критерия единичного отказа) с целью повышения надежности системы)
- обеспечение разнообразия (приводить сведения о том, каким образом используется принцип разнообразия при проектировании систем и элементов для исключения отказов по общей причине)
- обеспечение независимости (приводить сведения о том, как применяется функциональное и (или) физическое разделение каналов (элементов) системы, при котором отказ одного канала (элемента) не приводит к отказу другого канала (элемента))
- принцип ввода в работу СБ (если ввод в работу осуществляется не автоматически, должно представляться соответствующее обоснование)
- алгоритм возвращения СБ в исходное состояние



- при совмещении выполнения системами, важными для безопасности, функций безопасности с функциями нормальной эксплуатации обоснование того, что это не приводит к нарушению требований обеспечения безопасности АС и снижению требуемой надежности систем (элементов), выполняющих функции безопасности

2. Проект системы

2.1. Конструкция и технологическая схема

- В подразделе должно быть представлено описание конструкции и (или) технологической (электрической) схемы системы в целом и входящих в ее состав каналов, элементов, сооружений, опор, фундаментов. Должен быть приведен перечень элементов, входящих в состав системы, с указанием их проектного обозначения, основные технические характеристики системы и элементов
- Описания отдельных элементов должны быть приведены (при необходимости) в самостоятельных подразделах с такой же структурой, как и описание системы в целом
- Должны быть приведены достаточно подробные чертежи и схемы, иллюстрирующие конструкцию и работу системы и ее элементов, ее пространственное расположение и связи с другими системами АС. На чертежах и схемах должна быть показана принятая кодировка системы и ее элементов



2.2. Описание элементов

Должны быть приведены технические характеристики элементов системы. Для каждого элемента должны быть приведены и обоснованы:

- назначенные ему в проекте АС класс безопасности, классификационное обозначение в соответствии с ФНП в области использования атомной энергии "Общие положения обеспечения безопасности атомных станций" (НП-001-15), утвержденными приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17 декабря 2015 г. N 522 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 2 февраля 2016 г., регистрационный N 40939; официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 5 февраля 2016 г., N 0001201602050003), категория по сейсмостойкости
- а также группа для оборудования и трубопроводов, на которые распространяются ФНП в области использования атомной энергии, регламентирующие требования к устройству и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов АС
- иные классификационные обозначения (в тех случаях, когда элемент подлежит классификации в соответствии с ФНП в области использования атомной энергии, устанавливающими требования к управляющим системам, важным для безопасности, либо устанавливающими требования к устройству и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов для ОИАЭ, либо устанавливающими требования к трубопроводной арматуре для АС)

Типовая структура описания систем в ООБ (5)



- Должны быть представлены сведения о всех установленных на трубопроводах и оборудовании ограничителей перемещений, опор и амортизаторов
- Должны быть приведены сведения о том, как конструкцией этих элементов обеспечивается выполнение проектных требований, предъявляемых к оборудованию и трубопроводам по учету нагрузок от собственного веса, сейсмических воздействий, температурного расширения во всех учитываемых проектом режимах, а также от учитываемых в проекте внешних и внутренних воздействий
- Должно быть обосновано, что все элементы системы спроектированы с учетом условий их эксплуатации. Необходимо предоставить сведения об условиях окружающей среды в помещениях, где расположены эти элементы в различных режимах работы блока АС. Должно быть обосновано, что расположенные внутри ГО РУ элементы систем, важных для безопасности, сохраняют свою работоспособность при всех предусмотренных проектом испытаниях ГО
- Должны быть приведены предусмотренные в проекте меры по защите системы от внешних воздействий, а также от внутренних воздействий при авариях
- Должно быть обосновано, что отказ систем и элементов, не относящихся к I категории по сейсмостойкости, не вызывает отказа систем и элементов I категории сейсмостойкости, установленной в соответствии федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии

Типовая структура описания систем в ООБ (6)



- Должны быть приведены предусмотренные в проекте АС меры по предотвращению вредного воздействия микроорганизмов на элементы системы, которые в процессе нормальной эксплуатации имеют контакт с растворами
- Должно быть обосновано, что при эксплуатации АС обеспечивается доступ к элементам системы для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту и что при этом соблюдаются требования обеспечения радиационной безопасности персонала
- Должны быть приведены сведения о диагностике элементов системы, о методах и средствах контроля металла трубопроводов и оборудования, состояния узлов, вибрации, шумов, негерметичности, электросопротивления.
- Должны быть приведены сведения о возможности дезактивации систем и их элементов
- Должны быть приведены сведения об антикоррозионной защите и теплоизоляции элементов системы

2.3. Материалы

- Должен быть приведен перечень материалов, из которых изготовлены элементы системы. При этом необходимо обосновать, что материалы выбраны с учетом условий нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации, включая аварии, при которых требуется работа системы



2.4. Пределы и условия безопасной эксплуатации, эксплуатационные пределы и условия

- Должны быть приведены эксплуатационные пределы и условия, пределы и условия безопасной эксплуатации, относящиеся к системе. Если какие-либо из указанных пределов или условий для данной системы в проекте АС не установлены, то информация об этом также должна быть представлена в ООБ АС.
- Должны быть приведены требования к химическому (водно-химическому) режиму системы.

3. Управление и контроль работы системы

- Должны быть представлены и обоснованы предусмотренные в проекте АС значения контролируемых параметров, защит и блокировок системы при всех режимах НЭ, а также при нарушениях НЭ (включая аварии), требующих работы системы; указывать расположение контрольных точек, описать методики контроля, привести сведения о метрологической аттестации применяемых методик, представить требования к контрольно-измерительной аппаратуре, указать точность определения параметров. Должны быть описаны связи системы с управляющими системами, резервирование датчиков, каналов связи.

Материал должен быть выполнен в следующей последовательности:

- описание точек контроля
- описание аварийной и предупредительной сигнализации

Типовая структура описания систем в ООБ (8)



- описание защит и блокировок
- описание управления системой и алгоритмов ее работы
- Должны быть приведены сведения и характеристики мест, с которых осуществляется контроль и управление системой и ее элементами, обосновывать достаточность принятых мер по обеспечению живучести и обитаемости пунктов управления
- Должна быть представлена информация об объеме контроля и управления системой и ее элементами, осуществляемого с БПУ и РПУ. Должна быть представлена информация о наличии сигнализации положения запорных и предохранительных устройств (арматуры) на БПУ и РПУ
- Если система не управляется автоматически или возможно вмешательство персонала в ее работу, то должны быть приведены сведения о предусмотренных проектом средствах по исключению ошибок персонала и ослаблению их последствий
- Должны быть представлены сведения о средствах поддержки оператора в управлении системой
- Должно быть приведено и обосновано допустимое время перерыва в электроснабжении систем и их элементов. Должна быть приведена информация об отнесении систем (элементов систем) к соответствующей группе потребителей САЭ



4. Испытания и проверки

- Должны быть приведены основные требования по обеспечению качества системы и ее элементов при изготовлении, сооружении (строительстве) и монтаже
- Должна быть представлена информация о регламенте технического обслуживания и периодических испытаний системы и (или) отдельных ее элементов
- Должны быть приведены сведения о заводских испытаниях элементов системы
- Должны быть приведены и обоснованы:
 - методы и объемы входного контроля элементов систем;
 - объем пусконаладочных испытаний (достаточность для обеспечения безопасности АС, последовательность и методика проведения, приемочные критерии);
 - методы, объемы и периодичность испытаний и проверок в период эксплуатации, их метрологического обеспечения;
 - объем и тип используемой при испытаниях контрольно-измерительной аппаратуры.
- Должны быть представлены сведения о параметрах гидроиспытаний (пневмоиспытаний) систем и элементов, на которые распространяются ФНП в области использования атомной энергии, устанавливающие требования к устройству и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов АЭУ
- Должны быть перечислены работы, при проведении которых может произойти нарушение НЭ АС, и определить меры, предотвращающие возникновение аварий



5. Анализ проекта системы

5.1. Методы и средства обоснования выполнения системой своих проектных функций

- Должно быть представлено описание ПС, использованных в проекте для анализа прочности, работоспособности системы и ее элементов, основные исходные данные для расчетов, допущения и ограничения расчетных схем, результаты расчетов и выводы. Должны быть приведены сведения об аттестации ПС и их верификации
- Если для обоснования работоспособности системы проводились эксперименты, следует описать условия экспериментов, привести анализ соответствия этих условий реальным условиям работы системы, описать экспериментальную базу, метрологическое обеспечение проведения экспериментов, привести основные результаты экспериментов

5.2. Описание функционирования системы

- Должно быть представлено описание функционирования системы при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, включая аварии (при которых требуется работа системы), взаимодействие с другими системами, сведения о действиях оператора по управлению системой.

Должна быть представлена следующая информация:



- основные характеристики системы для всех предусмотренных проектом режимов ее работы; показать на основе результатов расчетных и экспериментальных обоснований, что эти характеристики не выходят за пределы своих значений, указанных в проекте и (или) в нормативных документах
- результаты расчетов, доказывающие, что система и ее элементы способны воспринимать без нарушения работоспособности нагрузки на оборудование и строительные конструкции при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации (включая аварии), требующих работы данной системы, а также при учтенных в проекте АС природных и техногенных внешних воздействиях

5.3. Анализ отказов системы. Количественный и качественный анализ надежности

- Должен быть приведен анализ отказов элементов системы с учетом ошибок персонала, и анализ влияния последствий отказов на работоспособность рассматриваемой системы и связанных с ней систем, на безопасность АС в целом. Должны быть перечислены отказы, требующие специального рассмотрения в главе 15 ООБ АС
- Должен быть выполнен анализ отказов системы по общей причине, в том числе вследствие пожара, и оценено влияние последствий этих отказов на работоспособность рассматриваемой системы и связанных с ней систем, на безопасность АС в целом



- Должны быть представлены результаты качественного и количественного анализа надежности системы, а также анализ надежности элементов системы в случаях, требуемых ФНП в области использования атомной энергии.

5.4. Должен быть представлен анализ соответствия проекта системы принятым требованиям, принципам и критериям безопасности

5.5. Указанные в пунктах 5.1 - 5.4 настоящего приложения сведения о системе должны быть представлены в следующей последовательности:

- функционирование системы при нормальной эксплуатации
- функционирование системы при отказах ее элементов
- функционирование системы при нарушениях нормальной эксплуатации, включая аварии
- функционирование системы при внешних воздействиях
- показатели надежности системы по выполнению функций
- апробация проектных решений

Каждый подраздел должен быть завершен оценкой выполнения требований, принципов и критериев, указанных в нормативных документах, а также проектных требований. Если в проекте системы имеются отступления от вышеуказанных требований, принципов и критериев, то должны быть приведены:



Если в проекте системы имеются отступления от вышеуказанных требований, принципов и критериев, то должны быть приведены:

- обоснованная оценка влияния указанных отступлений на работоспособность данной системы и на безопасность АС в целом
- мероприятия, направленные на устранение или компенсацию допущенных отступлений, и сроки реализации этих мероприятий

6. Выводы

По результатам рассмотрения системы должен быть сформулирован вывод о ее соответствии требованиям ФНП в области использования атомной энергии, иных нормативных документов, содержащих обязательные требования, а также проектных принципов и критериев

7. Перечень использованной документации

Должны быть приведены данные о проекте АС, на основании которого выполнено описание системы, а также перечень использованных при разработке проекта материалов, относящихся к системе или ее элементам (пояснительные записки; отчеты с описанием использованных ПС, расчетных схем, результатов расчетов, экспериментальной базы, результатов экспериментов; документация, подтверждающая характеристики входящих в состав системы элементов)

Типовая структура описания систем в ООБ (14)

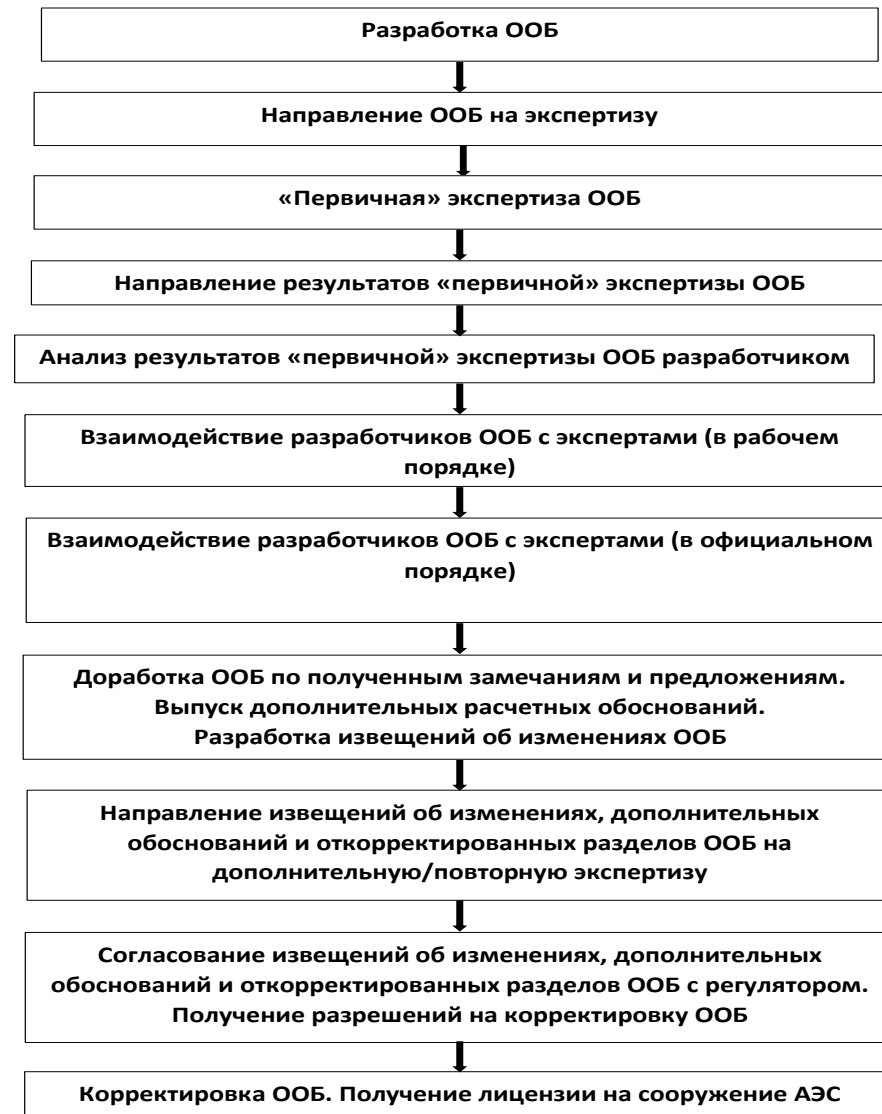


При изложении информации возможны ссылки на другие разделы или главы ООБ АЭС, в которых эта информация приведена более подробно

ВНИМАНИЕ!

1. Постановлением Правительства РФ №963 в состав ПД внесены существенные изменения, которые пока не учтены в НП-006-XX, НП-018-XX, поэтому при описании систем в ПД рассмотренные выше требования должны быть расширены и дополнены
2. В ЕРС-контрактах на проектирование зарубежных АЭС уже содержатся дополнительные требования, например, по анализу готовности, по управлению старением КСК (конструкций, систем и компонентов), по обоснованию регламентов ТОиР (методов RCM) и др. Эти требования также должны быть учтены в ПД и ООБ
3. Необходимо уже сейчас разработать образцы (шаблоны) выполнения новых разделов ПД и ООБ. УТЭЭ АЭС готово взяться за эту работы (при наличии оперпланов)

Общий алгоритм разработки, экспертизы и доработки ООБ



Заключение эксперта (пример)



Заключение по отдельному тематическому вопросу экспертизы, предусмотренному Техническим заданием на организацию и проведение экспертизы

№ ДНП - 5 – - 2013 / ТЗ

Эксперт: Иванов И.И.

Номер энергоблока, название АЭС: энергоблок № 4 Белоярской АЭС.

Вопрос экспертизы: 43. Система компенсации давления.

Задача, поставленная перед экспертом согласно ТЗ: Провести экспертизу о указанному тематическому вопросу с разработкой экспертного заключения.

Предмет экспертизы:

Второй контур и связанные с ним системы.

Критерии оценки, принятые при экспертизе

Указываются основные нормативно-технические документы, связанные с предметом экспертизы

Дополнительные материалы, использованные при экспертизе:

Результаты экспертизы

Замечания

Редакционные замечания

Выводы и предложения по разделу

Пример протокола взаимодействия



Приложение к Протоколу № _____
взаимодействия разработчиков ОООБ БН-800 с экспертами НТЦ ЯРБ по экспертизе ТЗ-5-2474-2013 и ТЗ-5-2522-2013

№ вопроса	Замечание эксперта (ФИО, телефон эксперта): тел. _____	Ответ разработчика проекта (ФИО, телефон Исполнителя): _____	Решение по замечанию (номер схемы)
2522_13.3 Системы отображения информации. Средства регистрации важных параметров эксплуатации.			
1	Заявитель в разделе 7.5.2.17 /1/ приводит условия, при которых возможен отказ функционирования СВБУ (а следовательно, и системы отображения информации и СРВПЭ): одновременный отказ либо основного и резервного серверов оперативного контура, либо основного и резервного коммутатора СНЭ, либо основного и резервного коммутаторов ОК. Заявителем в /1/ не обоснована устойчивость СВБУ к отказам по общей причине перечисленного выше основного и резервного оборудования (отступление от требований п. 4.1.6 НП-001-97). (13.3-1)	<p>Замечание принимается.</p> <p>СРВПЭ – это система, входящая в состав АСУ ТП, но не входящая в состав СВБУ.</p> <p>СРВПЭ – подключена к коммутаторам СБ из состава СВБУ (в соответствии с п.7.5.2.17 ситуация с отказом 3 основных и 3 резервных коммутаторов СБ исключена, в т.ч. и по общей причине, т.к. основной и резервный коммутаторы СБ размещены в отдельных помещениях и питание обеспечивается независимыми каналами / секциями электропитания).</p> <p>Анализ надежности и структура как СВБУ, так и любой другой подсистемы АСУ ТП определены исходя из принципа «Единого отказа» в соответствии с требованиями НП-001-97. В п.7.5.2.17 приведены условия, вызывающие отказ СВБУ при наложении событий / отказов резервированного оборудования.</p> <p>По отказам по общей причине информация представлена в п/п:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 7.1.1.2.3; – 7.1.1.5.2.4; – 7.3.5.4; – 7.3.5.23; – 7.4.1.2 (в данный подпункт по ранее сделанным замечаниям эксперта Алпеева уже добавлена информация: 	1 Приведенный Вами текст, как реакция на мое замечание, меня устраивает сх. 1 Текст добавлен
		<p>«Для обеспечения соблюдения критерия отказа по общей причине предусмотрено полное изолирование БПУ от РПУ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • БПУ и РПУ расположены в разнесенных по разным противопожарным зонам помещениях (БПУ – в парогенераторном отделении на отметке +21,450, РПУ – в электротехнической этажерке реакторного отделения на отметке +7,800), обеспечиваемых электропитанием от двух независимых линий надежного электропитания АЭС; • БПУ и РПУ находятся в разных противопожарных зонах I категории 	

Пример извещения об изменении ООБ



АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 энергоблоки №1 и №2 Обоснование отнесения элементов паротурбин- ной установки к четвертому классу безопасно- сти по НП-001-97 (ОПБ-88/97)	Изм. 1 29.05.15	
--------------------	--	--------------------	--

аварии. Ограничение последствий единичных отказов элементов ПТУ обеспечивается на первом и втором уровнях безопасности без привлечения для ликвидации последствий отказов систем безопасности или обеспечивающих систем безопасности.

Ниже представлен перечень систем турбоустановки, для которых выполнен анализ влияния отказов их элементов на безопасность энергоблока с целью подтверждения принятого класса безопасности - 4 (ОПБ-88/97). Это системы:

- 1 |
- турбоустановки (МAА, МАС, МАD, LBQ, LBS)
 - смазки турбогенератора MVA, MVB, MVJ;
 - дренажей турбины MAL;
 - маслоснабжения системы регулирования МАХ;
 - вакуумирования конденсаторов MAJ, МАG;
 - гидроподъема роторов MVL;
 - подогревателей высокого давления LAD, LBQ, LCH;
 - подогревателей низкого давления LCC, LBS, LCJ;
 - уплотнений турбины LBW;
 - основного конденсата LCA, LCB;
 - впрыска основного конденсата LCE;
 - подачи конденсата на управление КОС LCX;
 - сепарации и промпрегрева LBJ, LBB, LCS, LCT;
 - охлаждения обмотки статора генератора МКF;
 - охлаждения обмотки ротора генератора МКF50;
 - очистки трубок конденсатора PАН, PВВ.

В таблицах 4.2.1-1 - 4.2.16-1 представлены результаты качественного анализа последствий отказов перечисленных выше элементов/систем турбоустановки и влияния их на состояние энергоблока.

Анализ влияния отказов элементов турбины на безопасность АС, связанные с возникновением летящих предметов на оборудовании турбоустановки, представлен в отчете «Оценка влияния летящих предметов, образованных при разрушении турбин, на безопасность ЛАЭС-2». Работа выполнялась Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» Институт металлургии машиностроения и транспорта.

- 1 |
- Итоговый отчет по выполненной работе хранится в архиве АО «АТОМПРОЕКТ». Согласно этому отчету, вероятность разрушения лопатки последней ступени и попадания фрагмента в важные для безопасности системы при нормальной эксплуатации составила $8.30e-7$.

LN2O.W.110.&.&&&&&&.030.HF.0002	Тематический отчет	24
---------------------------------	--------------------	----

Пример извещения об изменении ООБ



		Извещение		Обозначение		Причина		Шифр	Лист	Листов
	БАЭС			№ БЛ 4-0-0-ОООБ-001/4.1, № БЛ 4-0-0-ОООБ-001/4.2, № БЛ 4-0-0-ОООБ-001/4.3, № БЛ 4-0-0-ОООБ/9.1, № БЛ 4-0-0-ОООБ-001/13				0	1	5
	ОЯБИН	дата выпуска	10.2013	срок изм.		срок действ. ПИ		Указание о внедрении		
	Указание о заделе							С момента выдачи РТН лицензии на эксплуатацию энергоблока № 4 Белоярской АЭС		
	изм.	Содержание изменения						Применяемость		
		<p>В Отчет внести следующие изменения:</p> <p>Том 4, раздел 4 «Реактор и системы первого контура», книга 1</p> <p>1. Листы 90-91, таблица 4.2.1.1.3.18 исключена (ввиду дублирования информации), соответственно откорректирована нумерация последующей таблицы</p> <p>Том 4, раздел 4 «Реактор и системы первого контура», книга 2</p> <p>1. Лист 69, п. 4.2.3.4.2, 5-ый дефис исключен. 2. Лист 72, п. 22 исключен</p> <p>Том 4, раздел 4 «Реактор и системы первого контура», книга 3</p> <p>1. Лист 132, п. 4.2.11.1.2.4 дополнен допустимостью установки пробки УН-4 253 СП.</p> <p>Том 9, раздел 9 «Вспомогательные системы», книга 1</p> <p>Все вносимые в раздел корректировки связаны с допустимостью транспортирования ВТУК на автотранспорте, в связи с чем: 1. Лист 24, последний абзац в новой редакции; 2. Лист 35, п. 9.1.1.3.7 дополнен последним абзацем, 3. Листы 41-42, п. 9.1.1.11.1, 9-ый абзац в новой редакции.</p>						Белоярская АЭС Энергоблок № 4		
								Окончательный отчет по обоснованию безопасности		
								Разослать		
								Приложение		
								№ БЛ 4-0-0-ОООБ-001/4.1: листы 90, 91		
								№ БЛ 4-0-0-ОООБ-001/4.2: листы 69, 72		
								№ БЛ 4-0-0-ОООБ-001/4.3: лист 132		
								№ БЛ 4-0-0-ОООБ-001/9.1: листы 24, 35, 41, 42		
								№ БЛ 4-0-0-ОООБ-001/13: листы 61, 66, 74, 76-79, 81, 82, 84-86, 92, 93, 95-98, 118-120, 158, 163, 165-176, 178, 180, 181, 183-185, 196, 230, 231		
								Составил	Проверил	Н.контр.
		Рябинин	Иванов		Шалоумов	Ершов				
ОКЕМ	ФЗИ	Подлинник исправил		Контр. копия исправил						

Заключение



- В РФ разработана и в течение многих лет используется четкая процедура разработки, экспертизы и корректировки отчетов по обоснованию безопасности, которая является неотъемлемой частью процесса лицензирования
- Назначение и содержание ООБ определяется федеральными нормами и правилами
- Помимо документов, регламентирующих разработку ООБ, имеется отработанная система документов, позволяющая упорядочить сам процесс экспертизы и доработки ООБ

Спасибо за внимание

Ершов Геннадий Алексеевич
Заместитель директора-начальник управления ТЭЭ АЭС, д.т.н., профессор

17.01.2025

