

Нормы безопасности МАГАТЭ

для защиты людей и охраны окружающей среды

Безопасность атомных электростанций: проектирование

Конкретные требования безопасности
№ SSR-2/1 (Rev. 1)



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ И ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ДАННОЙ ТЕМЕ

НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

В соответствии со статьей III своего Устава МАГАТЭ уполномочено устанавливать или принимать нормы безопасности для защиты здоровья и сведения к минимуму опасностей для жизни и имущества и обеспечивать применение этих норм.

Публикации, посредством которых МАГАТЭ устанавливает нормы, выпускаются в Серии норм безопасности МАГАТЭ. В этой серии охватываются вопросы ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов. **Категории публикаций в этой серии – это Основы безопасности, Требования безопасности и Руководства по безопасности.**

Информацию о программе по нормам безопасности МАГАТЭ можно получить на сайте МАГАТЭ в Интернете

<http://www-ns.iaea.org/standards/>

На этом сайте содержатся тексты опубликованных норм безопасности и проектов норм безопасности на английском языке. Тексты норм безопасности выпускаются на арабском, испанском, китайском, русском и французском языках, там также можно найти глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности и доклад о ходе работы над еще не выпущенными нормами безопасности. Для получения дополнительной информации просьба обращаться в МАГАТЭ по адресу: Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria.

Всем пользователям норм безопасности МАГАТЭ предлагается сообщать МАГАТЭ об опыте их использования (например, в качестве основы для национальных регулирующих положений, для составления обзоров безопасности и учебных курсов) в целях обеспечения того, чтобы они по-прежнему отвечали потребностям пользователей. Эта информация может быть направлена через сайт МАГАТЭ в Интернете или по почте (см. адрес выше), или по электронной почте по адресу Official.Mail@iaea.org.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ДАННОЙ ТЕМЕ

МАГАТЭ обеспечивает применение норм и в соответствии со статьями III и VIII.C своего Устава предоставляет сведения и способствует обмену информацией, касающейся мирной деятельности в ядерной области, и служит в этом посредником между своими государствами-членами.

Доклады по вопросам безопасности в ядерной деятельности выпускаются в качестве **докладов по безопасности**, в которых приводятся практические примеры и подробные описания методов, которые могут использоваться в поддержку норм безопасности.

Другие публикации МАГАТЭ по вопросам безопасности выпускаются в качестве публикаций по **аварийной готовности и реагированию, докладов по радиологическим оценкам, докладов ИНСАГ – Международной группы по ядерной безопасности, технических докладов и документов серии ТЕСДОС.** МАГАТЭ выпускает также доклады по радиологическим авариям, учебные пособия и практические руководства, а также другие специальные публикации по вопросам безопасности.

Публикации по вопросам физической безопасности выпускаются в **Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности.**

Серия изданий МАГАТЭ по ядерной энергии состоит из информационных публикаций, предназначенных способствовать и содействовать научно-исследовательской работе в области ядерной энергии, а также развитию ядерной энергии и ее практическому применению в мирных целях. В ней публикуются доклады и руководства о состоянии технологий и успехах в их совершенствовании, об опыте, образцовой практике и практических примерах в области ядерной энергетики, ядерного топливного цикла, обращения с радиоактивными отходами и снятия с эксплуатации.

БЕЗОПАСНОСТЬ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ:
ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

АВСТРАЛИЯ	ИСПАНИЯ	ПЕРУ
АВСТРИЯ	ИТАЛИЯ	ПОЛЬША
АЗЕРБАЙДЖАН	ЙЕМЕН	ПОРТУГАЛИЯ
АЛБАНИЯ	КАЗАХСТАН	РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА
АЛЖИР	КАМБОДЖА	РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
АНГОЛА	КАМЕРУН	РУАНДА
АНТИГУА И БАРБУДА	КАНАДА	РУМЫНИЯ
АРГЕНТИНА	КАТАР	САЛЬВАДОР
АРМЕНИЯ	КЕНИЯ	САН-МАРИНО
АФГАНИСТАН	КИПР	САУДОВСКАЯ АРАВИЯ
БАГАМСКИЕ ОСТРОВА	КИТАЙ	СВАЗИЛЕНД
БАНГЛАДЕШ	КОЛУМБИЯ	СВЯТОЙ ПРЕСТОЛ
БАРБАДОС	КОНГО	СЕЙШЕЛЬСКИЕ ОСТРОВА
БАХРЕЙН	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	СЕНЕГАЛ
БЕЛАРУСЬ	КОСТА-РИКА	СЕРБИЯ
БЕЛИЗ	КОТ-Д'ИВУАР	СИНГАПУР
БЕЛЬГИЯ	КУБА	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ
БЕНИН	КУВЕЙТ	РЕСПУБЛИКА
БОЛГАРИЯ	КЫРГЫЗСТАН	СЛОВАКИЯ
БОЛИВИЯ, МНОГОНАЦИОНАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВО	ЛАТВИЯ	СЛОВЕНИЯ
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	ЛАОССКАЯ НАРОДНО- ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО
БОТСВАНА	РЕСПУБЛИКА	ВЕЛИКОБРИТАНИИ И
БРАЗИЛИЯ	ЛЕСОТО	СЕВЕРНОЙ ИРЛАНДИИ
БРУНЕЙ-ДАРУССЛАМ	ЛИБЕРИЯ	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ
БУРКИНА-ФАСО	ЛИВАН	АМЕРИКИ
БУРУНДИ	ЛИВИЯ	СУДАН
БЫВШАЯ ЮГОСЛ. РЕСП. МАКЕДОНИЯ	ЛИТВА	СЬЕРРА-ЛЕОНЕ
ВАНУАТУ	ЛИХТЕНШТЕЙН	ТАДЖИКИСТАН
ВЕНГРИЯ	ЛЮКСЕМБУРГ	ТАИЛАНД
ВЕНЕСУЭЛА,	МАВРИКИЙ	ТОГО
БОЛИВАРИАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	МАВРИТАНИЯ	ТРИНИДАД И ТОБАГО
ВЬЕТНАМ	МАДАГАСКАР	ТУНИС
ГАБОН	МАЛАВИ	ТУРКМЕНИСТАН
ГАИТИ	МАЛАЙЗИЯ	ТУРЦИЯ
ГАЙАНА	МАЛИ	УГАНДА
ГАНА	МАЛЬТА	УЗБЕКИСТАН
ГВАТЕМАЛА	МАРОККО	УКРАИНА
ГЕРМАНИЯ	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	УРУГВАЙ
ГОНДУРАС	МЕКСИКА	ФИДЖИ
ГРЕЦИЯ	МОЗАМБИК	ФИЛИППИНЫ
ГРУЗИЯ	МОНАКО	ФИНЛЯНДИЯ
ДАНИЯ	МОНГОЛИЯ	ФРАНЦИЯ
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА КОНГО	МЬЯНМА	ХОРВАТИЯ
ДЖИБУТИ	НАМИБИЯ	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ
ДОМИНИКА	НЕПАЛ	РЕСПУБЛИКА
ДОМИНИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	НИГЕР	ЧАД
ЕГИПЕТ	НИГЕРИЯ	ЧЕРНОГОРИЯ
ЗАМБИЯ	НИДЕРЛАНДЫ	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ЗИМБАБВЕ	НИКАРАГУА	ЧИЛИ
ИЗРАИЛЬ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ШВЕЙЦАРИЯ
ИНДИЯ	НОРВЕГИЯ	ШВЕЦИЯ
ИНДОНЕЗИЯ	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА	ШРИ-ЛАНКА
ИОРДАНИЯ	ТАНЗАНИЯ	ЭКВАДОР
ИРАК	ОБЪЕДИНЕННЫЕ	ЭРИТРЕЯ
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ РЕСПУБЛИКА	АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ЭСТОНИЯ
ИРЛАНДИЯ	ОМАН	ЭФИОПИЯ
ИСЛАНДИЯ	ПАКИСТАН	ЮЖНАЯ АФРИКА
	ПАЛАУ	ЯМАЙКА
	ПАНАМА	ЯПОНИЯ
	ПАРАГВАЙ	
	ПАПУА-НОВАЯ ГВИНЕЯ	

Устав Агентства был утвержден 23 октября 1956 года на Конференции по выработке Устава МАГАТЭ, которая состоялась в Центральных учреждениях Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке. Устав вступил в силу 29 июля 1957 года. Центральные учреждения Агентства находятся в Вене. Главной целью Агентства является достижение “более скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире”.

СЕРИЯ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ, № SSR-2/1 (Rev. 1)

БЕЗОПАСНОСТЬ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ

КОНКРЕТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К настоящей публикации прилагается компакт-диск, содержащий

Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности,
издание 2007 года (2008), и основополагающие принципы
безопасности (2007 год) на английском, арабском, испанском,
китайском, русском и французском языках.

Этот компакт-диск можно также приобрести отдельно.

См. <http://www-pub.iaea.org/books>

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА, 2016

УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены в соответствии с положениями Всемирной конвенции об авторском праве в том виде, как она была принята в 1952 году (Берн) и пересмотрена в 1972 году (Париж). Впоследствии авторские права были распространены Всемирной организацией интеллектуальной собственности (Женева) также на интеллектуальную собственность в электронной и виртуальной форме. Для полного или частичного использования текстов, содержащихся в печатных или электронных публикациях МАГАТЭ, должно быть получено разрешение, которое обычно является предметом соглашений о роялти. Предложения о некоммерческом воспроизведении и переводе приветствуются и рассматриваются в каждом отдельном случае. Вопросы следует направлять в Издательскую секцию МАГАТЭ по адресу:

Группа маркетинга и сбыта, Издательская секция
Международное агентство по атомной энергии
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Vienna, Austria
факс: +43 1 2600 29302
тел.: +43 1 2600 22417
эл. почта: sales.publications@iaea.org
веб-сайт: <http://www.iaea.org/books>

© МАГАТЭ, 2016

Напечатано МАГАТЭ в Австрии
Декабрь 2016 года
STI/PUB/1715

БЕЗОПАСНОСТЬ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ:
ПРОЕКТИРОВАНИЕ
МАГАТЭ, ВЕНА, 2016 ГОД
STI/PUB/1715
ISBN 978–92–0–409016–1
ISSN 1020–5845

ПРЕДИСЛОВИЕ

Юкия Аmano
Генеральный директор

Устав МАГАТЭ уполномочивает Агентство «устанавливать или применять ... нормы безопасности для охраны здоровья и сведения к минимуму опасности для жизни и имущества» – нормы, которые МАГАТЭ должно использовать в своей собственной работе и которые государства могут применять посредством их включения в свои регулирующие положения в области ядерной и радиационной безопасности. МАГАТЭ осуществляет это в консультации с компетентными органами Организации Объединенных Наций и с заинтересованными специализированными учреждениями. Всеобъемлющий свод высококачественных и регулярно пересматриваемых норм безопасности наряду с помощью МАГАТЭ в их применении является ключевым элементом стабильного и устойчивого глобального режима безопасности.

МАГАТЭ начало осуществлять свою программу по нормам безопасности в 1958 году. Значение, уделяемое качеству, соответствию поставленной цели и постоянному совершенствованию, лежит в основе широкого применения норм МАГАТЭ во всем мире. Серия норм безопасности теперь включает единообразные основополагающие принципы безопасности, которые выработаны на основе международного консенсуса в отношении того, что должно пониматься под высоким уровнем защиты и безопасности. При твердой поддержке со стороны Комиссии по нормам безопасности МАГАТЭ проводит работу с целью содействия глобальному признанию и использованию своих норм.

Однако нормы эффективны лишь тогда, когда они надлежащим образом применяются на практике. Услуги МАГАТЭ в области безопасности охватывают вопросы проектирования, выбора площадки и инженерно-технической безопасности, эксплуатационной безопасности, радиационной безопасности, безопасной перевозки радиоактивных материалов и безопасного обращения с радиоактивными отходами, а также вопросы государственной основы, регулирования и культуры безопасности в организациях. Эти услуги в области безопасности содействуют государствам-членам в применении норм и позволяют обмениваться ценным опытом и данными.

Ответственность за деятельность по регулированию безопасности возлагается на страны, и многие государства принимают решения применять нормы МАГАТЭ по безопасности в своих национальных регулирующих положениях. Для сторон различных международных

конвенций по безопасности нормы МАГАТЭ являются согласованным и надежным средством обеспечения эффективного выполнения обязательств, вытекающих из этих конвенций. Эти нормы применяются также регулирующими органами и операторами во всем мире в целях повышения безопасности при производстве ядерной энергии и применении ядерных методов в медицине, промышленности, сельском хозяйстве и научных исследованиях.

Безопасность – это не самоцель, а необходимое условие защиты людей во всех государствах и охраны окружающей среды в настоящее время и в будущем. Риски, связанные с ионизирующими излучениями, должны оцениваться и контролироваться без неоправданного ограничения вклада ядерной энергии в справедливое и устойчивое развитие. Правительства, регулирующие органы и операторы во всем мире должны обеспечивать, чтобы ядерный материал и источники излучения использовались для всеобщего блага, в условиях безопасности и с учетом мнения общественности. Для содействия этому предназначены нормы МАГАТЭ по безопасности, которые я призываю применять все государства-члены.

ПРЕДИСЛОВИЕ

11 марта 2011 года в результате Великого восточнояпонского землетрясения и цунами на АЭС “Фукусима-дайити” в Японии произошла авария. В связи с фукусимской аварией¹ был разработан План действий МАГАТЭ по ядерной безопасности (GOV/2011/59-GC(55)/14), который был утвержден Советом управляющих МАГАТЭ и одобрен Генеральной конференцией МАГАТЭ в сентябре 2011 года (GC(55)/RES/9). В нем содержится, в частности, следующий пункт: “Рассмотреть и укрепить Нормы МАГАТЭ по безопасности, а также улучшить их применение”.

В этом пункте Комиссии по нормам безопасности (КНБ) и Секретариату МАГАТЭ было предложено рассмотреть и при необходимости пересмотреть соответствующие нормы безопасности МАГАТЭ в порядке определенной приоритетности, а государствам-членам – использовать нормы безопасности МАГАТЭ как можно шире и эффективнее.

Указанное рассмотрение охватывало, среди прочих тем, вопросы, касающиеся регулирующей структуры, аварийной готовности и реагирования, ядерной безопасности, а также инженерно-технические вопросы (выбор и оценка площадки, оценка экстремальных опасных природных явлений, включая их комбинированное воздействие, управление тяжелыми авариями, обесточивание станции, прекращение теплоотвода, накопление взрывчатых газов, поведение ядерного топлива и обеспечение безопасности хранения отработавшего топлива).

В 2011 году Секретариат приступил к пересмотру публикаций категории “Требования безопасности” в Серии норм безопасности МАГАТЭ на основе доступной информации по аварии на АЭС “Фукусима-дайити”, в том числе двух докладов правительства Японии, выпущенных в июне 2011 года и сентябре 2011 года, доклада Международной миссии экспертов МАГАТЭ по установлению фактов, проводившейся в Японии 24 мая – 2 июня 2011 года, и письма председателя Международной группы по ядерной безопасности (ИНСАГ) на имя Генерального директора от 26 июля 2011 года. Прежде всего Секретариат рассмотрел публикации категории “Требования безопасности”, относящиеся к атомным электростанциям и хранению отработавшего топлива.

Первым этапом рассмотрения был всеобъемлющий анализ выводов этих докладов. Затем в свете результатов этого анализа были планомерно

¹ Подробнее см. МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, “Авария на АЭС “Фукусима-дайити”: доклад Генерального директора”, МАГАТЭ, Вена (2015).

изучены публикации категории “Требования безопасности” для определения целесообразности внесения в них изменений, отражающих эти выводы.

Исходя из этого на своем совещании в октябре 2012 года КНБ одобрила предложение начать процесс пересмотра, путем внесения изменений, следующих пяти публикаций категории “Требования безопасности”: «Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности» (Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 1, 2010 год); «Оценка безопасности установок и деятельности» (GSR Part 4, 2009 год); «Безопасность атомных электростанций: проектирование» (SSR-2/1, 2012 год); «Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация» (SSR-2/2, 2011 год); «Оценка площадок для ядерных установок» (NS-R-3, 2003 год).

В процессе подготовки проекта текста предлагаемых изменений к указанным пяти нормам безопасности в 2012 и 2013 годах были учтены дополнительные материалы, в том числе выводы совещаний международных экспертов МАГАТЭ и материалы, представленные на проходившем в августе 2012 года втором Внеочередном совещании договаривающихся сторон Конвенции о ядерной безопасности. Кроме того, был принят во внимание ряд национальных и региональных докладов.

По результатам рассмотрения публикаций категории “Требования безопасности” Комиссия пришла к следующему выводу, изложенному в письме председателя КНБ от 6 января 2014 года на имя Генерального директора:

“Рассмотрение подтвердило адекватность современных Требований безопасности на данный момент. Рассмотрение не выявило скольконибудь значительных слабых мест, и было предложено внести лишь небольшое число изменений для усиления требований и облегчения их выполнения. КНБ считает, что нормы безопасности МАГАТЭ должны совершенствоваться в первую очередь посредством осуществления хорошо отлаженного процесса рассмотрения и пересмотра, который уже применяется на протяжении нескольких лет. В то же время члены КНБ отметили, что работа по рассмотрению и пересмотру норм безопасности МАГАТЭ не должна ограничиваться уроками аварии на АЭС “Фукусима-дайти”. Следует также учитывать эксплуатационный опыт из других областей, а также информацию о достижениях в сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. КНБ также подчеркнула, что необходимо уделять больше внимания применению норм безопасности МАГАТЭ государствами-членами и в государствах-членах”.

В первой половине 2013 года проекты изменений были рассмотрены Секретариатом на совещаниях консультантов, а также Комитетом по нормам ядерной безопасности, Комитетом по нормам радиационной безопасности, Комитетом по нормам безопасности перевозки и Комитетом по нормам безопасности отходов. В 2013 году они также были представлены для сведения Комитету по руководящим материалам по физической ядерной безопасности. Затем проекты изменений были направлены на отзыв государствам – членам МАГАТЭ и рассмотрены на совещаниях консультантов с учетом поступивших отзывов. После этого проекты изменений были одобрены всеми четырьмя комитетами по нормам безопасности на их совещаниях в июне и июле 2014 года и утверждены КНБ на ее совещании в ноябре 2014 года.

Изменения в SSR-2/1 касаются следующих основных областей:

- предотвращение тяжелых аварий посредством укрепления проектной основы станции;
- предотвращение недопустимых радиологических последствий тяжелой аварии для населения и окружающей среды;
- смягчение последствий тяжелой аварии во избежание или в целях сведения к минимуму радиоактивного загрязнения за пределами площадки.

Изменения коснулись конкретных пунктов, о чем говорится ниже. В текст были добавлены новые пункты; они обозначены прописными буквами (А, В, ...). Кроме того, в тексте указываются места, где были исключены старые пункты.

В данной пересмотренной редакции были исправлены или добавлены следующие требования и пункты: 2.13, 4.13А, 5.1, требование 17, 5.15А, 5.15В, 5.17, 5.18, 5.20, 5.21, 5.21А, 5.22, требование 19, 5.27, 5.28, 5.31, 5.31А, 5.55, требование 33, 5.63, 5.73, 5.75, 5.76, требование 53, 6.19А, 6.19В, 6.28А, 6.28В, 6.39, 6.40А, требование 67, 6.42, требование 68, 6.43, 6.44А, 6.44В, 6.44С, 6.44D, 6.45А, 6.68 и 6.68А. Кроме того, были внесены некоторые изменения технического характера.

Таблица с изменениями может быть получена по запросу в МАГАТЭ (Safety.Standards@iaea.org).

На своей сессии, начавшейся 2 марта 2015 года, Совет постановил использовать в качестве нормы безопасности МАГАТЭ — в соответствии со статьей III.A.6 Устава МАГАТЭ — проект настоящей публикации категории “Требования безопасности” и уполномочил Генерального директора опубликовать эти пересмотренные требования безопасности в

качестве публикации категории “Требования безопасности” в Серии норм безопасности МАГАТЭ.

На своей 59-й сессии в сентябре 2015 года Генеральная конференция МАГАТЭ рекомендовала государствам-членам принимать меры в национальном, региональном и международном масштабе для обеспечения ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов, а также аварийной готовности, в полной мере учитывая нормы безопасности МАГАТЭ; предложила МАГАТЭ постоянно анализировать, совершенствовать и максимально широко и эффективно внедрять нормы безопасности МАГАТЭ; поддержала работу КНБ и комитетов по нормам безопасности по рассмотрению соответствующих норм безопасности в свете аварии на АЭС “Фукусима-дайити”, а также уроков, содержащихся в докладе МАГАТЭ об аварии на АЭС “Фукусима-дайити”¹.

Генеральная конференция предложила Секретариату:

“продолжать тесно сотрудничать с Научным комитетом Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации (НКДАР ООН), Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ) и другими соответствующими организациями в разработке норм безопасности, в том числе, наряду с прочим, по охране окружающей среды”.

На 59-й сессии Генеральная конференция МАГАТЭ также рекомендовала государствам-членам в надлежащих случаях использовать нормы безопасности МАГАТЭ в своих национальных программах регулирования и отметила необходимость рассмотреть вопрос о периодическом анализе национальных регулирующих положений и руководящих материалов на предмет соответствия нормам и руководящим материалам, принятым на международном уровне, и представлять информацию о ходе этой работы на соответствующих международных площадках, таких как совещания по рассмотрению в рамках соответствующих конвенций о безопасности.

Генеральная конференция далее призвала государства-члены обеспечивать проведение регулярных самооценок их национальной ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности перевозок и безопасности отходов, а также аварийной готовности с использованием инструментов самооценки МАГАТЭ и с учетом соответствующих норм безопасности МАГАТЭ.

НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Радиоактивность – это естественное явление, и в окружающей среде присутствуют природные (естественные) источники излучения. Ионизирующие излучения и радиоактивные вещества с пользой применяются во многих сферах – от производства энергии до использования в медицине, промышленности и сельском хозяйстве. Радиационные риски, которым в результате этих применений могут подвергаться работники, население и окружающая среда, подлежат оценке и должны в случае необходимости контролироваться.

Поэтому такая деятельность, как медицинское использование радиации, эксплуатация ядерных установок, производство, перевозка и использование радиоактивных материалов и обращение с радиоактивными отходами, должна осуществляться в соответствии с нормами безопасности.

Регулированием вопросов безопасности занимаются государства. Однако радиационные риски могут выходить за пределы национальных границ, и в рамках международного сотрудничества принимаются меры по обеспечению и укреплению безопасности в глобальном масштабе посредством обмена опытом и расширения возможностей для контроля опасностей, предотвращения аварий, реагирования в случае аварийных ситуаций и смягчения любых вредных последствий.

Государства обязаны проявлять должную осмотрительность и соответствующую осторожность, и предполагается, что они будут выполнять свои национальные и международные обязательства.

Международные нормы безопасности содействуют выполнению государствами своих обязательств согласно общим принципам международного права, например, касающимся охраны окружающей среды. Кроме того, международные нормы безопасности укрепляют и обеспечивают уверенность в безопасности и способствуют международной торговле.

Глобальный режим ядерной безопасности постоянно совершенствуется. Нормы безопасности МАГАТЭ, которые поддерживают осуществление имеющих обязательную силу международных договорно-правовых документов и функционирование национальных инфраструктур безопасности, являются краеугольным камнем этого глобального режима. Нормы безопасности МАГАТЭ – это полезный инструмент, с помощью которого договаривающиеся стороны оценивают свою деятельность по выполнению этих конвенций.

НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

Статус норм безопасности МАГАТЭ вытекает из Устава МАГАТЭ, которым Агентство уполномочивается устанавливать и применять, в консультации и, в надлежащих случаях, в сотрудничестве с компетентными органами Организации Объединенных Наций и с заинтересованными специализированными учреждениями, нормы безопасности для охраны здоровья и сведения к минимуму опасности для жизни и имущества и обеспечивать применение этих норм.

В целях обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения нормы безопасности МАГАТЭ устанавливают основополагающие принципы безопасности, требования и меры для обеспечения контроля за радиационным облучением людей и выбросом радиоактивного материала в окружающую среду, ограничения вероятности событий, которые могут привести к утрате контроля за активной зоной ядерного реактора, ядерной цепной реакцией, радиоактивным источником или любым другим источником излучения, и смягчения последствий таких событий в случае, если они будут иметь место. Нормы касаются установок и деятельности, связанных с радиационными рисками, включая ядерные установки, использование радиационных и радиоактивных источников, перевозку радиоактивных материалов и обращение с радиоактивными отходами.

Меры по обеспечению безопасности и физической безопасности¹ преследуют общую цель защиты жизни и здоровья людей и охраны окружающей среды. Меры по обеспечению безопасности и физической безопасности должны разрабатываться и осуществляться комплексно, таким образом, чтобы меры по обеспечению физической безопасности не осуществлялись в ущерб безопасности, и наоборот, чтобы меры по обеспечению безопасности не осуществлялись в ущерб физической безопасности.

Нормы безопасности МАГАТЭ отражают международный консенсус в отношении того, что является основой высокого уровня безопасности для защиты людей и охраны окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. Они выпускаются в Серии норм безопасности МАГАТЭ, которая состоит из документов трех категорий (см. рис. 1).

¹ См. также публикации в Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности.



РИС. 1. Долгосрочная структура Серии норм безопасности МАГАТЭ.

Основы безопасности

Основы безопасности содержат основополагающие цели и принципы защиты и безопасности и служат основой для требований безопасности.

Требования безопасности

Комплексный и согласованный набор требований безопасности устанавливает требования, которые должны выполняться с целью обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды в настоящее время и в будущем. Требования регулируются целями и принципами основ безопасности. Если требования не выполняются, то должны приниматься меры для достижения или восстановления требуемого уровня безопасности. Формат и стиль требований облегчают их гармоничное использование для создания национальной основы регулирования. Требования, включая пронумерованные всеобъемлющие требования, выражаются формулировками “должен, должна, должно, должны”. Многие требования конкретной стороне не адресуются, а это означает, что за их выполнение отвечают соответствующие стороны.

Руководства по безопасности

В руководствах по безопасности содержатся рекомендации и руководящие материалы, касающиеся выполнения требований безопасности, и в них выражается международный консенсус в отношении необходимости принятия рекомендуемых мер (или эквивалентных альтернативных мер). В руководствах по безопасности сообщается о международной положительной практике, и они во все большей степени отражают образцовую практику с целью помочь пользователям достичь высокого уровня безопасности. Рекомендации, содержащиеся в руководствах по безопасности, формулируются с применением глагола “следует”.

ПРИМЕНЕНИЕ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

Основные пользователи норм безопасности в государствах – членах МАГАТЭ – это регулирующие и другие соответствующие государственные органы. Кроме того, нормы безопасности МАГАТЭ используются другими организациями-спонсорами и многочисленными организациями, которые занимаются проектированием, сооружением и эксплуатацией ядерных установок, а также организациями, участвующими в использовании радиационных и радиоактивных источников.

Нормы безопасности МАГАТЭ применяются в соответствующих случаях на протяжении всего жизненного цикла всех имеющихся и новых установок, используемых в мирных целях, и на протяжении всей нынешней и новой деятельности в мирных целях, а также в отношении защитных мер для уменьшения существующих радиационных рисков. Они могут использоваться государствами в качестве базы для их национальных регулирующих положений в отношении установок и деятельности.

Согласно Уставу МАГАТЭ нормы безопасности являются обязательными для МАГАТЭ применительно к его собственной работе, а также для государств применительно к работе, выполняемой с помощью МАГАТЭ.

Кроме того, нормы безопасности МАГАТЭ закладывают основу для услуг МАГАТЭ по рассмотрению безопасности, и они используются МАГАТЭ в содействии повышению компетентности, в том числе, для разработки учебных планов и организации учебных курсов.

Международные конвенции содержат требования, аналогичные требованиям, которые изложены в нормах безопасности МАГАТЭ, и делают их обязательными для договаривающихся сторон. Нормы безопасности МАГАТЭ, подкрепляемые международными конвенциями,

отраслевыми стандартами и подробными национальными требованиями, создают прочную основу для защиты людей и охраны окружающей среды. Существуют также некоторые особые вопросы безопасности, требующие оценки на национальном уровне. Например, многие нормы безопасности МАГАТЭ, особенно те из них, которые посвящены вопросам планирования или разработки мер по обеспечению безопасности, предназначаются, прежде всего, для применения к новым установкам и видам деятельности. На некоторых существующих установках, сооруженных в соответствии с нормами, принятыми ранее, требования, установленные в нормах безопасности МАГАТЭ, в полном объеме соблюдаться не могут. Вопрос о том, как нормы безопасности МАГАТЭ должны применяться на таких установках, решают сами государства.

Научные соображения, лежащие в основе норм безопасности МАГАТЭ, обеспечивают объективную основу для принятия решений по вопросам безопасности; однако лица, отвечающие за принятие решений, должны также выносить обоснованные суждения и должны определять, как лучше всего сбалансировать выгоды принимаемых мер или осуществляемой деятельности с учетом соответствующих радиационных рисков и любых иных вредных последствий этих мер или деятельности.

ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

Подготовкой и рассмотрением норм безопасности занимаются Секретариат МАГАТЭ и пять комитетов по нормам безопасности, охватывающих аварийную готовность и реагирование (ЭПРеСК) (с 2016 года), ядерную безопасность (НУССК), радиационную безопасность (РАССК), безопасность радиоактивных отходов (ВАССК) и безопасную перевозку радиоактивных материалов (ТРАНССК), а также Комиссия по нормам безопасности (КНБ), которая осуществляет надзор за программой по нормам безопасности МАГАТЭ (см. рис. 2).

Все государства – члены МАГАТЭ могут назначать экспертов в комитеты по нормам безопасности и представлять замечания по проектам норм. Члены Комиссии по нормам безопасности назначаются Генеральным директором, и в ее состав входят старшие правительственные должностные лица, несущие ответственность за установление национальных норм.

Для осуществления процессов планирования, разработки, рассмотрения, пересмотра и установления норм безопасности МАГАТЭ создана система управления. Особое место в ней занимают мандат МАГАТЭ, видение будущего применения норм, политики и стратегий безопасности и соответствующие функции и обязанности.



РИС. 2. Процесс разработки новых норм безопасности или пересмотр существующих норм.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ДРУГИМИ МЕЖДУНАРОДНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

При разработке норм безопасности МАГАТЭ принимаются во внимание выводы Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН) и рекомендации международных экспертных органов, в частности, Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ). Некоторые нормы безопасности разрабатываются в сотрудничестве с другими органами системы Организации Объединенных Наций или другими специализированными учреждениями, включая Продовольственную и сельскохозяйственную организацию Объединенных Наций, Программу Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Международную организацию труда, Агентство по ядерной энергии ОЭСР, Панамериканскую организацию здравоохранения и Всемирную организацию здравоохранения.

ТОЛКОВАНИЕ ТЕКСТА

Относящиеся к безопасности термины должны толковаться в соответствии с определениями, данными в Глоссарии МАГАТЭ по вопросам безопасности (см. <http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm>). Для руководств по безопасности аутентичным текстом является английский вариант.

Общие сведения и соответствующий контекст норм в Серии норм безопасности МАГАТЭ, а также их цель, сфера применения и структура приводятся в разделе 1 «Введение» каждой публикации.

Материал, который нецелесообразно включать в основной текст (например, материал, который является вспомогательным или отдельным от основного текста, дополняет формулировки основного текста или описывает методы расчетов, процедуры или пределы и условия), может быть представлен в дополнениях или приложениях.

Дополнение, если оно включено, рассматривается в качестве неотъемлемой части норм безопасности. Материал в дополнении имеет тот же статус, что и основной текст, и МАГАТЭ берет на себя авторство в отношении такого материала. Приложения и сноски к основному тексту, если они включены, используются для предоставления практических примеров или дополнительной информации или пояснений. Приложения и сноски неотъемлемой частью основного текста не являются. Материал в приложениях, опубликованный МАГАТЭ, не обязательно выпускается в качестве его авторского материала; в приложениях к нормам безопасности может быть представлен материал, имеющий другое авторство. Содержащийся в приложениях посторонний материал, с тем чтобы в целом быть полезным, по мере необходимости публикуется в виде выдержек и адаптируется.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	1
	Общие сведения (1.1–1.3)	1
	Цель (1.4–1.5)	2
	Область применения (1.6–1.8)	2
	Структура (1.9)	3
2.	ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ И КОНЦЕПЦИЙ БЕЗОПАСНОСТИ (2.1–2.5)	4
	Аспекты радиационной защиты при проектировании (2.6–2.7) ..	6
	Аспекты безопасности при проектировании (2.8–2.11)	6
	Концепция глубокоэшелонированной защиты (2.12–2.14)	8
	Поддержание целостности конструкций АЭС в течение всего срока службы станции (2.15–2.18)	11
3.	УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ	12
	Требование 1. Ответственность за управление безопасностью в проекте станции (3.1)	12
	Требование 2. Система менеджмента для проекта станции (3.2–3.4)	13
	Требование 3. Безопасность проекта АЭС в течение всего срока службы станции (3.5–3.6)	14
4.	ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ	15
	Требование 4. Фундаментальные функции безопасности (4.1–4.2)	15
	Требование 5. Аспекты радиационной защиты при проектировании (4.3–4.4)	15
	Требование 6. Проектирование атомной электростанции (4.5–4.8)	16
	Требование 7. Применение глубокоэшелонированной защиты (4.9–4.13А)	17
	Требование 8. Взаимосвязь безопасности с физической безопасностью и гарантиями	19

Требование 9. Апробированная инженерно-техническая практика (4.14–4.16)	20
Требование 10. Оценка безопасности (4.17–4.18)	20
Требование 11. Обеспечение строительства (4.19)	21
Требование 12. Средства, облегчающие обращение с радиоактивными отходами и вывод из эксплуатации (4.20) ...	21
5. ОБЩИЙ ПРОЕКТ СТАНЦИИ	22
Проектная основа	22
Требование 13. Категории состояний станции (5.1–5.2)	22
Требование 14. Проектные основы узлов, важных для безопасности (5.3)	23
Требование 15. Проектные пределы (5.4)	23
Требование 16. Постулируемые исходные события (5.5–5.15) ..	23
Требование 17. Внутренние и внешние опасности (5.15А–5.22)	26
Требование 18. Инженерно-технические правила проектирования (5.23)	28
Требование 19. Проектные аварии (5.24–5.26)	28
Требование 20. Запроектные условия (5.27–5.32)	29
Требование 21. Физическое разделение и независимость систем безопасности (5.33)	31
Требование 22. Классификация безопасности (5.34–5.36)	32
Требование 23. Надежность узлов, важных для безопасности (5.37–5.38)	32
Требование 24. Отказы по общей причине	33
Требование 25. Критерий единичного отказа (5.39–5.40)	33
Требование 26. Отказобезопасное проектирование (5.41)	34
Требование 27. Вспомогательные обслуживающие системы (5.42–5.43)	34
Требование 28. Эксплуатационные пределы и условия для безопасной эксплуатации (5.44)	34
Проектирование в целях безопасной эксплуатации в течение срока службы станции	35
Требование 29. Калибровка, испытания, техническое обслуживание, ремонт, замена, инспектирование и контроль узлов, важных для безопасности (5.45–5.47)	35
Требование 30. Аттестация узлов, важных для безопасности (5.48–5.50)	36
Требование 31. Управление старением (5.51–5.52)	37

Человеческие факторы	38
Требование 32. Проектирование, направленное на обеспечение оптимальной работы оператора (5.53–5.62)	38
Другие соображения, касающиеся проектирования	40
Требование 33. Системы и средства безопасности для запроектных условий на энергоблоках многоблочной АЭС (5.63)	40
Требование 34. Системы, содержащие делящийся материал или радиоактивный материал	40
Требование 35. Атомные электростанции, используемые для комбинированного производства тепловой и электрической энергии, выработки тепла или опреснения	40
Требование 36. Пути эвакуации со станции (5.64–5.65)	41
Требование 37. Системы связи на станции (5.66–5.67)	41
Требование 38. Контроль доступа на станцию (5.68)	42
Требование 39. Предотвращение несанкционированного доступа к узлам, важным для безопасности, или вмешательства в их функционирование	42
Требование 40. Предотвращение вредоносного взаимодействия систем, важных для безопасности (5.69–5.70)	42
Требование 41. Взаимодействие между электрической сетью и станцией	43
Анализ безопасности	43
Требование 42. Анализ безопасности проекта станции (5.71–5.76)	43
6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНКРЕТНЫХ СИСТЕМ СТАНЦИИ	45
Активная зона реактора и связанные с ней функции	45
Требование 43. Функционирование тепловыделяющих элементов и сборок (6.1–6.3)	45
Требование 44. Характеристики конструкции активной зоны реактора	46
Требование 45. Управление активной зоной реактора (6.4–6.6)	47
Требование 46. Останов реактора (6.7–6.12)	47
Системы теплоносителя реактора	48
Требование 47. Проектирование систем теплоносителя реактора (6.13–6.16)	48
Требование 48. Защита от избыточного давления в первом контуре теплоносителя реактора	49
Требование 49. Запас теплоносителя реактора	49

Требование 50. Очистка теплоносителя реактора (6.17)	50
Требование 51. Отвод остаточного тепла из активной зоны	50
Требование 52. Аварийное охлаждение активной зоны реактора (6.18–6.19)	50
Требование 53. Теплоотвод к конечному поглотителю тепла (6.19А–6.19В)	51
Конструкция защитной оболочки и система защитной оболочки	51
Требование 54. Система защитной оболочки реактора	51
Требование 55. Контроль радиоактивных выбросов из защитной оболочки (6.20–6.21)	52
Требование 56. Изоляция защитной оболочки (6.22–6.24)	52
Требование 57. Доступ к защитной оболочке (6.25–6.26)	53
Требование 58. Контроль условий эксплуатации защитной оболочки (6.27–6.30)	54
Системы контроля и управления	55
Требование 59. Наличие контрольно-измерительных приборов (6.31)	55
Требование 60. Системы управления	56
Требование 61. Система защиты (6.32–6.33)	56
Требование 62. Надежность и возможность проверки систем контроля и управления (6.34–6.36)	57
Требование 63. Применение компьютеризированного оборудования в системах, важных для безопасности (6.37)	57
Требование 64. Разделение систем защиты и систем управления (6.38)	58
Требование 65. Помещение щита управления (6.39–6.40А)	59
Требование 66. Помещение дополнительного щита управления (6.41)	59
Требование 67. Службы аварийного реагирования на площадке (6.42)	60
Система аварийного электроснабжения	60
Требование 68. Проект, способный выдержать потерю внешнего электроснабжения (6.43–6.45А)	60
Обслуживающие системы и вспомогательные системы	62
Требование 69. Характеристики обслуживающих систем и вспомогательных систем	62
Требование 70. Системы теплопереноса (6.46)	62
Требование 71. Системы отбора технологических и послеаварийных проб (6.47)	63
Требование 72. Системы сжатого воздуха	63

Требование 73. Системы кондиционирования воздуха и системы вентиляции (6.48–6.49)	63
Требование 74. Системы противопожарной защиты (6.50–6.54)	64
Требование 75. Системы освещения	65
Требование 76. Грузоподъемное оборудование (6.55)	65
Прочие системы преобразования энергии	66
Требование 77. Система подачи пара, система подачи питательной воды и турбогенераторы (6.56–6.58)	66
Обращение с радиоактивными эфлюентами и радиоактивными отходами	66
Требование 78. Система обработки и контроля отходов (6.59–6.60)	66
Требование 79. Системы обращения с эфлюентами и контроля за ними (6.61–6.63)	67
Системы манипулирования топливом и его хранения	68
Требование 80. Системы манипулирования топливом и его хранения (6.64–6.68А)	68
Радиационная защита	70
Требование 81. Проектирование радиационной защиты (6.69–6.76)	70
Требование 82. Средства дозиметрического контроля (6.77–6.84)	72
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	75
ОПРЕДЕЛЕНИЯ	77
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	79

1. ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Настоящая публикация заменяет публикацию № SSR-2/1 по требованиям безопасности «Безопасность атомных электростанций: проектирование»¹, выпущенную в 2012 году в Серии норм безопасности МАГАТЭ. Были учтены положения основополагающих принципов безопасности [1], выпущенных в 2006 году. Требования, предъявляемые к ядерной безопасности, имеют целью обеспечить «наивысшие реально возможные стандарты безопасности» для защиты персонала, населения и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующих излучений, которое может возникнуть при работе атомных электростанций и других ядерных установок [1]. Признано, что технологии и научные знания постоянно совершенствуются и что принципы ядерной безопасности и достаточность защиты от радиационных рисков необходимо рассматривать в контексте современного состояния знаний. Требования к безопасности со временем меняются, и настоящая публикация отражает консенсус, достигнутый на данный момент.

1.2. Конструкции многих существующих атомных электростанций, а также проекты новых АЭС были усовершенствованы путем включения в них дополнительных мер, направленных на смягчение последствий сложных сценариев последовательности развития аварий, в том числе множественных отказов, и тяжелых аварий. Многие существующие АЭС были оснащены дополнительными системами и оборудованием с новыми функциональными возможностями, предназначенными способствовать предотвращению тяжелых аварий и смягчению их последствий. На большинстве действующих АЭС имеются руководящие материалы по смягчению последствий тяжелых аварий. В проекты новых АЭС теперь непосредственно включен анализ сценариев тяжелых аварий и стратегий управления такими авариями. При проектировании атомных электростанций также учитываются требования, касающиеся государственной системы учета и контроля ядерных материалов, и требования, связанные с обеспечением физической безопасности. Интеграция мер безопасности и

¹ МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: проектирование, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-2/1, МАГАТЭ, Вена (2012).

мер физической безопасности помогает обеспечивать то, чтобы достижение одной цели не наносило ущерба реализации другой.

1.3. Однако, может быть, на практике невозможно применить все требования, содержащиеся в настоящей публикации категории «Требования безопасности», на уже действующих АЭС или на АЭС, находящиеся в стадии строительства. Кроме того, может быть, не целесообразно изменять конструкции, которые уже были одобрены регулирующими органами. Ожидается, что для анализа безопасности таких конструкций будет проведено их сравнение с современными стандартами безопасности, например в рамках периодической экспертизы безопасности станции, с тем чтобы определить, можно ли будет достичь дальнейшего повышения безопасности эксплуатации станции на основе внедрения практически осуществимых усовершенствований систем безопасности.

ЦЕЛЬ

1.4. Настоящая публикация устанавливает проектные требования в отношении конструкций, систем и элементов (компонентов) атомной электростанции, а также в отношении процедур (регламентов) и организационных процессов, важных для безопасности, которые необходимо выполнять в целях безопасной эксплуатации и предотвращения событий, которые могут нанести ущерб безопасности, или в целях смягчения последствий таких событий в случае их возникновения.

1.5. Настоящая публикация предназначена для использования организациями, которые занимаются вопросами проектирования, изготовления, строительства, модификации, технического обслуживания, эксплуатации и вывода из эксплуатации атомных электростанций, участвуют в проведении анализа, верификации и экспертиз, и в оказании технической поддержки, а также регулирующими органами.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.6. Ожидается, что настоящая публикация будет использоваться прежде всего для наземных стационарных АЭС с водоохлаждаемыми реакторами, предназначенными для производства электроэнергии или для других теплоэнергетических применений (таких, как централизованное теплоснабжение или опреснение). Настоящая публикация может также

применяться, но обоснованно, к другим типам реакторов с целью формулирования требований, которые будет необходимо учитывать при разработке проекта.

1.7. В настоящей публикации не рассматриваются:

- a) требования, которые непосредственно охватываются в других публикациях МАГАТЭ категории «Требования безопасности» (например, в публикации «Оценка безопасности установок и деятельности», Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 4 (Rev. 1) [2]);
- b) вопросы, касающиеся физической ядерной безопасности или Государственной системы учета и контроля ядерных материалов;
- c) вопросы обычной промышленной безопасности, которые ни при каких обстоятельствах не могут повлиять на безопасность АЭС;
- d) радиологические последствия, связанные с эксплуатацией атомных электростанций.

1.8. Термины в настоящей публикации следует трактовать в соответствии с их определениями и пояснениями, данными в Глоссарии МАГАТЭ по вопросам безопасности [3], если здесь не оговорено иное (см. раздел «Определения»).

СТРУКТУРА

1.9. В настоящей публикации категории «Требования безопасности» проводится связь между целями безопасности и принципами безопасности, а также между функциями ядерной безопасности и проектными критериями в отношении безопасности. В Разделе 2 подробно излагаются цель безопасности, принципы и концепции безопасности, формирующие основу для разработки требований, предъявляемых к функциям безопасности, которые должны выполняться в отношении АЭС так же, как и проектные критерии безопасности. В разделах 3-6 содержатся пронумерованные всеобъемлющие требования (выделены жирным шрифтом), сопровождаемые по необходимости дополнительными требованиями, изложенными в последующих пунктах. В разделе 3 устанавливаются общие требования, которые должны выполняться проектной организацией в процессе проектирования в отношении управления безопасностью. В разделе 4 устанавливаются требования к основным техническим проектным критериям в отношении безопасности, включая требования

в отношении фундаментальных функций безопасности, применения глубокоэшелонированной защиты и обеспечения строительства; требования в отношении взаимосвязи безопасности с физической ядерной безопасностью и с государственной системой учета и контроля ядерных материалов; требования в отношении обеспечения того, чтобы радиационные риски, которые могут возникнуть на станции, сохранялись на разумно достижимом низком уровне. В разделе 5 устанавливаются общие требования в отношении проектирования станции, которые дополняют требования к основным техническим проектным критериям, с тем чтобы обеспечить достижение целей безопасности и применение принципов безопасности. Общие требования в отношении проектирования станции применяются ко всем узлам (т.е. конструкциям, системам и элементам), важным для безопасности. В разделе 6 устанавливаются требования в отношении проектирования конкретных систем станции, таких, как активная зона реактора, системы охлаждения реактора, система защитной оболочки и системы контроля и управления.

2. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ И КОНЦЕПЦИЙ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. В публикации «Основопологающие принципы безопасности» [1] устанавливается одна основополагающая цель безопасности и десять принципов безопасности, которые являются основой для разработки требований и принятия мер по защите людей и охране окружающей среды от радиационных рисков и по обеспечению безопасности установок и деятельности, связанных с радиационными рисками.

2.2. Эта основополагающая цель безопасности должна достигаться, и десять принципов безопасности применяться без неоправданного ограничения эксплуатации установок или осуществления деятельности, связанных с радиационными рисками. Для обеспечения того, чтобы при эксплуатации АЭС и осуществлении деятельности достигались наивысшие реально возможные стандарты безопасности, должны приниматься

меры, направленные на достижение следующего (см. Основопологающие принципы безопасности [1], пункт 2.1):

- а) обеспечения в эксплуатационных состояниях контроля за радиационным облучением людей и радиоактивными выбросами в окружающую среду;
- б) ограничения вероятности событий, которые могут привести к утрате контроля за активной зоной ядерного реактора, ядерной цепной реакцией, радиоактивным источником, отработавшим ядерным топливом, радиоактивными отходами или любым другим источником излучения на АЭС;
- в) смягчения последствий таких событий в случае, если они произойдут.

2.3. Основопологающая цель безопасности применяется на всех стадиях жизненного цикла атомной электростанции, включая планирование, выбор площадки, проектирование, изготовление, строительство, ввод в эксплуатацию и непосредственно эксплуатацию, а также вывод из эксплуатации. К ним относятся также соответствующая перевозка радиоактивного материала и обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами (см. Основопологающие принципы безопасности [1], пункт 2.2).

2.4. Пункт 2.3 публикации «Основопологающие принципы безопасности» [1] гласит:

«Сформулированы десять принципов безопасности, на базе которых разрабатываются требования безопасности и будут предприниматься меры по обеспечению безопасности для достижения основопологающей цели безопасности. Принципы безопасности взаимосвязаны и применяются в своей совокупности, и, хотя на практике значение различных принципов может меняться в зависимости от конкретных обстоятельств, необходимо обеспечить надлежащее применение всех соответствующих принципов».

2.5. В этой публикации категории “Требования безопасности” устанавливаются требования в отношении применения тех принципов безопасности, которые особенно важны при проектировании атомных электростанций.

АСПЕКТЫ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

2.6. С целью удовлетворения принципов безопасности необходимо обеспечивать, чтобы во всех эксплуатационных состояниях атомной электростанции и при проведении любой связанной с этим деятельности дозы облучения на установке или в результате любого запланированного радиоактивного выброса с установки поддерживались ниже пределов дозы и на разумно достижимом низком уровне. Кроме того, необходимо принимать меры, направленные на смягчение радиологических последствий любых аварий в случае их возникновения.

2.7. Для применения принципов безопасности также необходимо, чтобы АЭС проектировались и эксплуатировались таким образом, чтобы все источники излучения находились под строгим техническим и административным контролем. Однако этот принцип не исключает ограниченных доз облучения или выброса официально разрешенных объемов радиоактивных веществ в окружающую среду с атомных электростанций в эксплуатационных состояниях. Такие дозы облучения и радиоактивные выбросы необходимо строго контролировать, однако также необходимо поддерживать их на разумно достижимом низком уровне в соответствии с регулируемыми требованиями и эксплуатационными пределами, а также требованиями радиационной защиты [4].

АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

2.8. Для достижения наивысшего реально возможного уровня безопасности в проекте атомной электростанции требуется предусматривать следующие соответствующие национальным критериям приемлемости и целям безопасности [1] меры по:

- a) предотвращению аварий с вредными последствиями, возникающих в результате утраты контроля за активной зоной реактора или другими источниками излучения, и по смягчению последствий любых аварий в случае их возникновения;
- b) обеспечению того, чтобы любые радиологические последствия всех аварий, учитываемых при проектировании установки, были ниже соответствующих пределов и сохранялись на разумно достижимом низком уровне;
- c) обеспечению того, чтобы вероятность возникновения аварии с серьезными радиологическими последствиями была чрезвычайно

низка и чтобы радиологические последствия такой аварии были смягчены, насколько это практически возможно.

2.9. Для подтверждения того, что основополагающая цель безопасности [1] при проектировании атомной электростанции достигнута, требуется провести всеобъемлющую оценку безопасности [2] проекта. Цель такой оценки – определить все возможные источники излучения и оценить возможные дозы, которые могут быть получены работниками на установке и лицами из населения, а также возможное воздействие эксплуатации станции на окружающую среду. Оценка безопасности необходима для рассмотрения: i) режима нормальной эксплуатации станции; ii) параметров работы станции во время ожидаемых при эксплуатации событий; iii) работы в аварийных условиях. На основе этого анализа могут быть определены способность спроектированной конструкции противостоять постулируемым исходным событиям и авариям, продемонстрирована эффективность узлов, важных для безопасности, а также разработаны исходные параметры (необходимые условия) для планирования противоаварийных мероприятий.

2.10. Требуется принимать меры для контроля облучения во всех эксплуатационных состояниях на разумно достижимом низком уровне и сведения к минимуму вероятности аварий, которые могут привести к утрате контроля над источником излучения. Тем не менее, вероятность возникновения аварии остается. Поэтому требуется принимать меры для обеспечения смягчения радиологических последствий любой аварии. Такие меры включают наличие средств безопасности и систем безопасности, разработку эксплуатирующей организацией процедур управления авариями и, возможно, разработку соответствующими компетентными органами, при поддержке по мере необходимости эксплуатирующей организацией, защитных мер за пределами площадки, направленных на уменьшение облучения в случае аварии.

2.11. При разработке части проекта, которая касается обеспечения безопасности АЭС, применяется принцип безопасности, который сводится к тому, что необходимо предпринимать практически возможные меры для смягчения последствий ядерных или радиационных аварий для здоровья и жизни людей и для окружающей среды (Основополагающие принципы безопасности [1], принцип 8): последовательности развития событий на станции, которые могут привести к большим дозам облучения или

к радиоактивным выбросам, должны быть практически исключены², а последовательности развития событий на станции, вероятность (частота) возникновения которых значительна, не должны иметь вообще или иметь лишь незначительные потенциальные радиологические последствия. Важная цель состоит в том, чтобы необходимость защитных мер за пределами площадки с целью смягчения радиологических последствий была ограничена или даже исключена с технической точки зрения, хотя такие меры могут требоваться со стороны ответственных за это компетентных органов.

КОНЦЕПЦИЯ ГЛУБОКОЭШЕЛОНИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ

2.12. Главным средством предотвращения аварий на АЭС и смягчения последствий аварий в случае их возникновения является применение концепции глубокоэшелонированной защиты [1, 5, 6]. Эта концепция применяется ко всем видам связанной с обеспечением безопасности деятельности – организационным, поведенческим или связанным с проектированием, и ко всем режимам эксплуатации – на полной мощности, малой мощности или в различных состояниях останова. Это сводится к обеспечению того, чтобы вся связанная с безопасностью деятельность перекрывалась независимыми слоями защиты таким образом, что возникший отказ будет обнаружен и скомпенсирован или устранен путем применения соответствующих мер. Применение концепции глубокоэшелонированной защиты на всех этапах проектирования и эксплуатации предусматривает защиту от ожидаемых при эксплуатации событий и аварий, включая аварии, которые происходят в результате отказа оборудования или действий человека на станции, а также от последствий событий, происходящих за пределами станции.

2.13. Пункт 3.31 Основополагающих принципов безопасности [1] гласит:

«Глубокоэшелонированная защита обеспечивается прежде всего за счет сочетания ряда последовательных и независимых уровней защиты, только после отказа которых население или окружающая среда могут быть подвергнуты вредному воздействию. Если

² Возможность возникновения определенных состояний может считаться «практически исключенной» в случае отсутствия физической возможности их возникновения или в случае, если существует высокая степень уверенности в крайне малой вероятности их возникновения.

происходит отказ одного уровня защиты или преодоление одного барьера, имеются последующие уровень или барьер. Независимая эффективность разных уровней защиты – необходимый элемент глубокоэшелонированной защиты».

Существует пять уровней защиты:

- 1) цель первого уровня защиты состоит в том, чтобы предотвращать отклонения от нормальной эксплуатации и отказы узлов, важных для безопасности. Для достижения этого необходимо, чтобы станция была надежно и с консервативным запасом спроектирована, сооружена, технически обслуживалась и эксплуатировалась в соответствии с надлежащими требованиями менеджмента качества и апробированной инженерно-технической практики. Для достижения этих целей пристальное внимание уделяется подбору соответствующих проектных норм и материалов, контролю качества при изготовлении элементов и сооружении станции, а также пуско-наладочным работам перед вводом в эксплуатацию. Проектные решения, которые уменьшают потенциал внутренних опасностей, содействуют предотвращению аварий на этом уровне защиты. Внимание уделяется также процессам и процедурам, связанным с проектированием, изготовлением, сооружением, а также с проведением инспекций в процессе эксплуатации, технического обслуживания и испытаний, облегчению доступа для проведения таких работ и порядку эксплуатации станции и использованию эксплуатационного опыта. Этот процесс подкрепляется подробным анализом, в ходе которого определяются требования в отношении эксплуатации и технического обслуживания станции и требования по менеджменту качества эксплуатационных процедур и регламента технического обслуживания и ремонта;
- 2) цель второго уровня защиты – обнаружить и взять под контроль отклонения от нормальных эксплуатационных состояний, чтобы предотвратить ситуацию, при которой ожидаемые при эксплуатации события могут привести к возникновению аварийных условий. Это является признанием того, что некоторые постулируемые исходные события, вероятно, могут произойти в течение срока эксплуатации (жизненного цикла) АЭС, несмотря на меры, принимаемые с целью их предотвращения. Для этого второго уровня защиты при проектировании необходимо предусматривать наличие специальных систем и устройств, подтверждать их эффективность с помощью анализа безопасности и разрабатывать эксплуатационные процедуры (регламенты) для предотвращения таких исходных событий или в

иных случаях сведения к минимуму их последствий и для возвращения станции в безопасное состояние;

- 3) в отношении третьего уровня защиты предполагается, что – хотя это и весьма маловероятно – развитие некоторых ожидаемых при эксплуатации событий или постулируемых исходных событий может не контролироваться на предыдущем уровне и что может произойти развитие аварии. При проектировании станции такие аварии постулируются. В результате этого возникает требование, чтобы были предусмотрены средства естественной безопасности и/или инженерно-технические средства безопасности, системы и процедуры безопасности, которые способны предотвратить повреждение активной зоны реактора или выбросы, требующие применения защитных мер за пределами площадки, и вернуть станцию в безопасное состояние;
- 4) цель четвертого уровня защиты состоит в смягчении последствий аварий, которые возникают в результате отказа третьего уровня глубокоэшелонированной защиты. Это достигается путем предотвращения развития таких аварий и смягчения последствий тяжелой аварии. Цель безопасности в случае тяжелой аварии состоит в том, чтобы в ходе аварии понадобились только ограниченные по времени и месту применения защитные меры и чтобы можно было избежать загрязнения за пределами площадки или минимизировать его. Требуется, чтобы последовательности событий, которые приводят к радиоактивным выбросам на ранней стадии или крупным радиоактивным выбросам³, были «практически исключены»⁴;
- 5) цель пятого и последнего уровня защиты состоит в смягчении радиологических последствий радиоактивных выбросов, которые потенциально могут происходить в условиях аварии. Это требует наличия надлежащим образом оборудованных учреждений аварийного

³ «Радиоактивный выброс на ранней стадии» в данном контексте – это радиоактивный выброс, в случае которого потребуются защитные меры за пределами площадки, однако эти меры вряд ли могут быть осуществлены с максимальной эффективностью и своевременно. «Крупный радиоактивный выброс» – это радиоактивный выброс, в отношении которого ограниченные по времени и месту применения защитные меры за пределами площадки будут недостаточны для защиты людей и охраны окружающей среды.

⁴ Возможность возникновения определенных состояний может считаться «практически исключенной» в случае отсутствия физической возможности их возникновения или в случае, если существует высокая степень уверенности в крайне малой вероятности их возникновения.

реагирования и аварийных планов и процедур для аварийного реагирования на площадке и за ее пределами.

2.14. Актуальным аспектом реализации глубокоэшелонированной защиты на АЭС является то, что в проекте должен быть предусмотрен ряд физических барьеров, а также сочетание активных, пассивных средств безопасности и средств естественной безопасности, которые будут способствовать эффективности физических барьеров в деле локализации радиоактивных материалов в установленных местах. Число необходимых барьеров будет зависеть от начальных параметров источника выброса с точки зрения объема и изотопного состава радионуклидов, эффективности отдельных барьеров, возможных внутренних и внешних опасностей, а также потенциальных последствий отказов.

ПОДДЕРЖАНИЕ ЦЕЛОСТНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ АЭС В ТЕЧЕНИЕ ВСЕГО СРОКА СЛУЖБЫ СТАНЦИИ

2.15. Проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию атомной электростанции могут выполнять многие организации: инженерно-конструкторские организации, поставщики реактора и его вспомогательных систем, поставщики основных элементов, проектировщики электрических систем, а также поставщики других систем, которые важны для безопасности станции.

2.16. Главную ответственность за обеспечение безопасности несут лицо или организация, которые отвечают за установку или деятельность, связанные с радиационными рисками (т.е. эксплуатирующая организация) [1]. В 2003 году Международная консультативная группа по ядерной безопасности предложила, что эксплуатирующая организация может разработать официально оформленный процесс поддержания целостности конструкций станции в течение всего срока службы станции, т. е. во время ее эксплуатации и вывода из эксплуатации [7]. Ответственность за этот процесс возлагается на официально назначенное подразделение в рамках эксплуатирующей организации.

2.17. На практике проектирование атомной электростанции завершено только тогда, когда подготовлены все спецификации станции (включая подробные сведения о площадке) для ее приобретения и лицензирования. В [7] подчеркнута необходимость наличия официально назначенной организации, которая несет общую ответственность за процесс

проектирования и отвечает за утверждение изменений в проекте и за обеспечение сохранения необходимых знаний (поддержание компетентности). В [7] также вводится понятие “ответственные проектировщики”, на которых эта официально назначенная организация может возложить определенные обязанности в отношении проектирования некоторых частей станции. До подачи заявления на получение разрешения (лицензии) в отношении станции ответственность за проектирование несёт проектная организация (например, поставщик). После подачи заявления на получение разрешения (лицензии) в отношении станции главную ответственность за безопасность несёт податель заявления, хотя детальное знание проекта является обязанностью ответственных проектировщиков. Распределение обязанностей изменяется после пуска станции в эксплуатацию, поскольку большая часть этих детальней знаний, например, информация, содержащаяся в документации по техническому обоснованию безопасности, руководствах по конструкции и в другой проектной документации, передаётся эксплуатирующей организации. Для облегчения такой передачи знаний структура официально назначенной организации, несущей общую ответственность за процесс проектирования, определяется на начальной стадии.

2.18. Требования в отношении системы менеджмента, которые выполняет эта официально назначенная организация, применяются также в отношении ответственных проектировщиков. Однако общую ответственность за поддержание целостности конструкций станции несет официально назначенная организация и, соответственно, в конечном счете, эксплуатирующая организация.

3. УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Требование 1. Ответственность за управление безопасностью в проекте станции

Податель заявления на получение лицензии на право строительства и/или эксплуатации атомной электростанции должен нести ответственность за обеспечение того, чтобы проект, представленный регулирующему органу, отвечал всем применимым требованиям безопасности.

3.1. Все организации, включая проектную организацию⁵, занимающиеся важной для безопасности проекта АЭС деятельностью, должны нести ответственность за обеспечение того, чтобы вопросам безопасности придавалось первостепенное значение.

Требование 2. Система менеджмента для проекта станции

Проектная организация должна создать и внедрить систему менеджмента для обеспечения того, чтобы все требования безопасности, установленные в отношении проекта станции, учитывались и осуществлялись на всех стадиях процесса проектирования и чтобы окончательный проект отвечал этим требованиям.

3.2. Система менеджмента⁶ должна включать положение, обеспечивающее постоянную гарантию качества проекта каждой конструкции, системы и элемента (компонента), а также проекта атомной электростанции в целом. Она включает средства для определения и устранения проектных недостатков, проверки соответствия проекта установленным требованиям и для контроля изменений в проекте.

3.3. Проектирование станции, в том числе последующие изменения, модификации или усовершенствования безопасности, должно осуществляться в соответствии с установленными процедурами, которые основаны на соответствующих сводах инженерных правил и норм, и должно включать соответствующие требования и основы проекта. Должны быть определены и контролироваться связи между различными разработчиками проекта.

3.4. Соответствие проекта станции установленным требованиям, включая средства проектирования, а также входные и выходные проектные данные, должно проверяться и подтверждаться отдельными экспертами или группами специалистов, не связанными с лицами, которые выполняли проектирование первоначально. Проверка, подтверждение правильности и утверждение проекта станции должны быть завершены, как только это окажется практически возможным, в процессе проектирования и строительства, и в любом случае до начала эксплуатации станции.

⁵ Проектная организация это организация, ответственная за подготовку окончательного детального проекта планируемой к строительству станции.

⁶ Требования к системе менеджмента установлены в публикации № GS-R-3 Серии норм безопасности МАГАТЭ «Система управления для установок и деятельности» [8].

Требование 3. Безопасность проекта АЭС в течение всего срока службы станции

Эксплуатирующая организация должна создать официально оформленную систему для обеспечения постоянной безопасности проекта АЭС в течение всего срока службы станции.

3.5. Официально оформленная система для обеспечения постоянной безопасности проекта станции должна включать официально назначенное подразделение, ответственное за безопасность проекта станции, входящее в систему менеджмента эксплуатирующей организации. В рамках этой официальной системы должны быть предусмотрены задачи, которые возлагаются на внешние организации (называемые ответственными проектировщиками) в отношении проектирования определенных компонентов АЭС.

3.6. Официально назначенное подразделение должно обеспечивать соответствие проекта станции критериям приемлемости с точки зрения безопасности, надежности и качества согласно соответствующим национальным и международным кодексам и нормам, законам, регулирующим положениям и юрисдикционным требованиям. Должен предусматриваться и осуществляться ряд следующих задач и функций для обеспечения того, чтобы:

- a) проект станции соответствовал своему назначению и отвечал требованию оптимизации защиты и безопасности посредством сохранения радиационных рисков на разумно достижимом низком уровне;
- b) проверка проекта, определение сводов инженерных правил и норм, а также требований, использование апробированной инженерно-технической практики, обеспечение учета информации о строительстве и опыте эксплуатации, утверждение ключевых инженерно-технических документов, проведение оценок безопасности и поддержание культуры безопасности были включены в официально оформленную систему в целях обеспечения постоянной безопасности проекта АЭС;
- c) была доступна подробная информация о проекте, которая необходима для безопасной эксплуатации, технического обслуживания (включая соответствующие временные графики испытаний) и внедрения модификаций на станции, чтобы эксплуатирующая организация регулярно обновляла эту информацию, а также чтобы должное

внимание уделялось прошлому эксплуатационному опыту и подтвержденным результатам исследований;

- d) соблюдались проектные требования и контроль конфигурации;
- e) было установлено и контролировалось необходимое взаимодействие с участвующими в работе над проектом ответственными проектировщиками и поставщиками;
- f) в эксплуатирующей организации сохранялся необходимый потенциал инженерно-технической экспертизы и научно-технических знаний;
- g) все изменения в проекте станции анализировались, проверялись, документировались и утверждались в установленном порядке;
- h) сохранялась соответствующая документация с целью облегчения в будущем вывода станции из эксплуатации.

4. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Требование 4. Фундаментальные функции безопасности

Во всех состояниях станции должно обеспечиваться выполнение следующих фундаментальных функций безопасности АЭС: i) управление реактивностью, ii) отвод тепла от реактора и бассейна выдержки топлива и iii) локализация радиоактивного материала, защита от излучения и контроль за плановыми радиоактивными выбросами, а также ограничение аварийных радиоактивных выбросов.

4.1. При определении важных для безопасности узлов, необходимых для выполнения фундаментальных функций безопасности, и при выявлении естественных свойств, которые способствуют выполнению фундаментальных функций безопасности или влияют на эти функции во всех состояниях станции, должен использоваться системный подход.

4.2. Должны быть предусмотрены средства контроля состояния станции, обеспечивающие выполнение требуемых функций безопасности.

Требование 5. Аспекты радиационной защиты при проектировании

АЭС должна быть спроектирована с таким расчетом, чтобы дозы излучения, получаемые работниками на станции и лицами из населения, не превышали дозовые пределы, чтобы в эксплуатационных

состояниях они сохранялись на разумно достижимом низком уровне в течение всего срока службы станции и чтобы они оставались ниже допустимых пределов и на разумно достижимом низком уровне в аварийных условиях и после их возникновения.

4.3. Проектирование должно осуществляться с таким расчетом, чтобы состояния станции, которые могут привести к высоким дозам облучения или крупным радиоактивным выбросам, были «практически исключены»⁷ и чтобы состояния станции, имеющие существенную вероятность возникновения, влекли лишь незначительные потенциальные радиологические последствия или вовсе не влекли таковых.

4.4. В соответствии с регулирующими требованиями должны быть установлены допустимые пределы для целей радиационной защиты⁸, увязанные с соответствующими категориями состояний станции.

Требование 6. Проектирование атомной электростанции

Проектирование АЭС должно обеспечивать, чтобы станция и узлы, важные для безопасности, обладали соответствующими характеристиками, обеспечивающими возможность выполнения функций безопасности с необходимой надежностью, возможность безопасной эксплуатации станции в рамках эксплуатационных пределов и условий в течение всего проектного срока службы станции и возможность безопасного вывода из эксплуатации, а также для сведения к минимуму воздействия на окружающую среду.

4.5. АЭС должна быть спроектирована с таким расчетом, чтобы выполнялись все требования в отношении безопасности, предъявляемые эксплуатирующей организацией, требования регулирующего органа и требования соответствующего законодательства, а также применимые национальные и международные своды положений и нормы, и чтобы

⁷ Возможность возникновения определенных состояний может считаться «практически исключенной» в случае отсутствия физической возможности их возникновения или в случае, если существует высокая степень уверенности в крайне малой вероятности их возникновения.

⁸ Требования к радиационной защите и безопасности источников излучения изложены в публикации № GSR Part 3 Серии норм безопасности МАГАТЭ «Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности» [9].

надлежащим образом учитывались имеющиеся у человека возможности, присущие ему ограничения и факторы, которые могут влиять на показатели работы человека. Должна быть представлена информация о проектировании, достаточная для того чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию и техническое обслуживание станции, а также возможность последующей модификации станции. Должны предусматриваться рекомендованные практические методы работы для включения их в административные и эксплуатационные процедуры на станции (т.е. эксплуатационные пределы и условия).

4.6. При проектировании должен надлежащим образом учитываться соответствующий имеющийся опыт, который был накоплен при проектировании, сооружении и эксплуатации других АЭС, а также результаты соответствующих исследовательских программ.

4.7. При проектировании должны надлежащим образом учитываться результаты детерминистического анализа безопасности и вероятностного анализа безопасности, с тем чтобы обеспечить уделение должного внимания предотвращению аварий и смягчению последствий любых произошедших аварий.

4.8. Проектирование должно осуществляться с таким расчетом, чтобы путём применения надлежащих проектных мер, а также эксплуатационной практики и практики вывода из эксплуатации обеспечивать сведение образования радиоактивных отходов и выбросов к практически достижимому минимуму с точки зрения как активности, так и объема.

Требование 7. Применение глубокоэшелонированной защиты

В проекте АЭС должна быть предусмотрена глубокоэшелонированная защита. Уровни глубокоэшелонированной защиты должны быть настолько независимыми, насколько это практически возможно.

4.9. Должна применяться концепция глубокоэшелонированной защиты для обеспечения нескольких уровней защиты, направленных на предотвращение последствий аварий, которые могут привести к возникновению вредоносного воздействия на людей и окружающую среду, и принятие надлежащих мер для защиты людей и окружающей среды, а также на смягчение последствий в случае, если предотвращение окажется безрезультатным.

4.10. При проектировании должен надлежащим образом учитываться тот факт, что существование ряда уровней защиты не является основанием для продолжения эксплуатации в отсутствие какого-либо одного уровня защиты. Все уровни глубокоэшелонированной защиты должны постоянно находиться в рабочем состоянии, а любые ослабления требований должны быть обоснованы применительно к конкретным режимам эксплуатации.

4.11. Проект:

- a) должен предусматривать многочисленные физические барьеры, препятствующие выбросу радиоактивного материала в окружающую среду;
- b) должен быть консервативным, а сооружение должно быть высококачественным, с тем чтобы обеспечить уверенность в том, что отказы и отклонения от нормальной эксплуатации будут сведены к минимуму, аварии – насколько это представляется практически возможным – предотвращены, и что небольшое отклонение одного из параметров станции не приведет к пороговому эффекту⁹;
- c) должен предусматривать контроль поведения станции путем использования естественных и инженерно-технических средств с таким расчетом, чтобы отказы и отклонения от нормальной эксплуатации, требующие срабатывания систем безопасности, сводились к минимуму или, насколько это возможно, исключались проектом;
- d) должен предусматривать дополнительный контроль на станции путем использования средств автоматического срабатывания систем безопасности с таким расчетом, чтобы сбои и отклонения от нормальной эксплуатации, которые превышают возможности систем управления, могли контролироваться с высоким уровнем уверенности, а необходимость действий оператора на ранней стадии этих сбоев или отклонений от нормальной эксплуатации сводилась к минимуму;
- e) должен предусматривать наличие систем, конструкций, элементов и процедур для контроля развития отказов и отклонений от нормальной эксплуатации, которые превышают возможности систем безопасности,

⁹ «Пороговый эффект» применительно к АЭС – это сильно отличающийся от нормального режим поведения станции, к которому приводит резкий переход от одного состояния станции к другому после небольшого отклонения одного из параметров станции; и, таким образом, резкое значительное изменение условий на станции в ответ на небольшое изменение входных воздействующих факторов.

а также для ограничения их последствий, насколько это представляется практически возможным;

- f) должен предусматривать наличие ряда средств, обеспечивающих осуществление каждой из фундаментальных функций безопасности и обеспечивающих таким образом эффективность барьеров и смягчение последствий любого отказа или отклонения от нормальной эксплуатации.

4.12. Для обеспечения применения концепции глубокоэшелонированной защиты при проектировании должны, насколько это представляется практически возможным, предотвращаться:

- a) проблемы, связанные с целостностью физических барьеров;
- b) отказ одного или более барьеров;
- c) отказ барьера вследствие отказа другого барьера;
- d) возможность вредных последствий ошибок, допущенных в ходе эксплуатации и технического обслуживания.

4.13. Проектирование должно осуществляться с таким расчетом, чтобы, насколько это представляется практически возможным, первый или, в крайнем случае, второй уровень защиты были способны предотвращать развитие любых отказов или отклонений от нормальной эксплуатации, возникновение которых вероятно в течение срока эксплуатации АЭС, до масштабов аварийных условий.

4.13А. Уровни глубокоэшелонированной защиты являются независимыми, чтобы, насколько это практически возможно, не допускать отказа одного уровня, уменьшающего эффективность других уровней. В частности, свойства безопасности в отношении запроектных аварий (особенно средства смягчения последствий аварий с расплавом активной зоны) являются независимыми, насколько это практически возможно, от систем безопасности.

Требование 8. Взаимосвязь безопасности с физической безопасностью и гарантиями

Меры по обеспечению безопасности, физической ядерной безопасности и механизмы для государственной системы учета и контроля ядерного материала должны разрабатываться и осуществляться на комплексной основе таким образом, чтобы одни не осуществлялись в ущерб другим.

Требование 9. Апробированная инженерно-техническая практика

Узлы АЭС, важные для безопасности, должны проектироваться согласно соответствующим национальным и международным сводам положений и нормам.

4.14. Узлы АЭС, важные для безопасности, предпочтительно должны иметь конструктивное решение, апробированное в предыдущих аналогичных применениях, либо должны иметь высокое качество и изготавливаться по аттестованной и испытанной технологии.

4.15. Национальные и международные своды положений и нормы, которые используются в качестве правил проектирования узлов, важных для безопасности, должны определяться и оцениваться с точки зрения их применимости, соответствия и достаточности, и при необходимости в них должны вноситься модификации или изменения, с тем чтобы качество их проектирования соответствовало связанной с ними функции безопасности.

4.16. В случае применения неапробированной конструкции или решения или в случае отхода от установленной инженерно-технической практики обеспечение безопасности должно подтверждаться посредством соответствующих вспомогательных исследовательских программ, эксплуатационных испытаний с конкретными критериями приемлемости или рассмотрения эксплуатационного опыта, приобретенного в других соответствующих применениях. Новая конструкция или решение или новая практика должны также проходить надлежащие испытания в той мере, в которой это представляется практически возможным, прежде чем они будут введены в эксплуатацию, и должны контролироваться в процессе эксплуатации с целью подтвердить, что поведение станции соответствует ожидаемому.

Требование 10. Оценка безопасности

В течение всего процесса проектирования АЭС должны проводиться всеобъемлющие детерминистические оценки безопасности и вероятностные оценки безопасности, с тем чтобы обеспечить, что все требования в отношении безопасности проекта станции выполняются на всех стадиях срока службы станции, и подтвердить, что проект в том виде, в каком он представлен, отвечает требованиям в отношении

изготовления и строительства и что выполняются требования, предъявляемые к фактической конструкции, эксплуатации и модификации.

4.17. Проведение оценок безопасности¹⁰ должно начинаться на раннем этапе процесса проектирования со взаимодействием между работами по проектированию и подтверждающему анализу и должно расширяться с точки зрения сферы охвата и повышения уровня детализации в ходе осуществления программы проектирования.

4.18. Оценки безопасности должны документироваться в такой форме, которая облегчает проведение независимого рассмотрения.

Требование 11. Обеспечение строительства

Узлы АЭС, важные для безопасности, должны проектироваться с таким расчетом, чтобы они могли быть изготовлены, сооружены, собраны, смонтированы и возведены в соответствии с установленными процессами, которые обеспечивают выполнение проектных спецификаций и достижение требуемого уровня безопасности.

4.19. При планировании строительства и эксплуатации должен быть надлежащим образом учтен соответствующий опыт, полученный при сооружении других аналогичных станций и связанных с ними конструкций, систем и элементов. При использовании наилучшей практики из других соответствующих отраслей промышленности должно быть подтверждено, что такие виды практики пригодны для конкретного ядерного применения.

Требование 12. Средства, облегчающие обращение с радиоактивными отходами и вывод из эксплуатации

На стадии проектирования АЭС особое внимание должно уделяться внедрению средств, облегчающих обращение с радиоактивными отходами, а также вывод из эксплуатации и демонтаж станции.

¹⁰ Требования по оценке безопасности установок и деятельности изложены в GSR Part 4 (Rev. 1) [2].

4.20. В частности, при проектировании должно уделяться надлежащее внимание:

- a) подбору материалов, с тем чтобы сводилось к минимуму, насколько это практически возможно, количество радиоактивных отходов и облегчалась дезактивация;
- b) возможности доступа и средствам манипулирования, которые могут потребоваться;
- c) установкам, необходимым для обращения (т.е. сортировки, характеристики, классификации, предварительной обработки, обработки и кондиционирования) с радиоактивными отходами, образующимися в ходе эксплуатации, и их хранения; и мерам по обращению с радиоактивными отходами, которые образуются при выводе станции из эксплуатации.

5. ОБЩИЙ ПРОЕКТ СТАНЦИИ

ПРОЕКТНАЯ ОСНОВА

Требование 13. Категории состояний станции

Состояния станции должны быть определены и включены в ограниченное число категорий, в первую очередь в соответствии с вероятностью их возникновения на АЭС.

5.1. Состояния станции, как правило, охватывают:

- a) нормальную эксплуатацию;
- b) ожидаемые при эксплуатации события, возникновение которых прогнозируется на период срока службы станции;
- c) проектные аварии;
- d) запроектные условия, включая аварии с расплавом активной зоны реактора.

5.2. Критерии для каждого состояния станции должны быть определены с учетом того, что часто возникающие состояния станции должны иметь незначительные радиологические последствия или не иметь их вообще и

что состояния станции, которые могут привести к серьезным последствиям, должны иметь весьма низкую частоту возникновения.

Требование 14. Проектные основы узлов, важных для безопасности

В проектных основах узлов, важных для безопасности, должны быть указаны требуемые возможности, надежность и функциональность в соответствующих эксплуатационных состояниях, аварийных условиях и условиях, возникающих вследствие внутренних и внешних опасностей, с тем чтобы обеспечить удовлетворение критериев приемлемости в течение срока службы АЭС.

5.3. Проектные основы каждого узла, важного для безопасности, должны систематически обосновываться и документироваться. В документации должна содержаться информация, необходимая эксплуатирующей организации для безопасной эксплуатации станции.

Требование 15. Проектные пределы

Для всех эксплуатационных состояний и аварийных условий должен конкретно определяться набор проектных пределов, соответствующих основным физическим параметрам каждого узла АЭС, важного для безопасности.

5.4. Проектные пределы должны быть указаны и должны удовлетворять соответствующим национальным и международным нормам и сводам положений, а также соответствующим регулирующим требованиям.

Требование 16. Постулируемые исходные события

При проектировании АЭС системный подход к определению всеобъемлющего набора постулируемых исходных событий должен применяться с таким расчетом, чтобы в проекте были предусмотрены и учтены все прогнозируемые события, имеющие потенциальные серьезные последствия, и все прогнозируемые события, имеющие значительную частоту возникновения.

5.5. Постулируемые исходные события должны выявляться на основе инженерно-технической оценки и сочетания детерминистической оценки и вероятностной оценки. Должно быть представлено обоснование степени использования детерминистического анализа безопасности и

вероятностного анализа безопасности, подтверждающее, что были учтены все прогнозируемые события.

5.6. В число постулируемых исходных событий должны быть включены все прогнозируемые отказы конструкций, систем и элементов станции, а также ошибки во время эксплуатации и возможные отказы вследствие внутренних и внешних опасностей, будь то при работе на полной мощности, на малой мощности или в состоянии останова.

5.7. Должен быть проведен анализ постулируемых исходных событий для станции, с тем чтобы предусмотреть превентивные меры и меры защиты, необходимые для обеспечения выполнения требуемых функций безопасности.

5.8. Ожидаемое поведение станции при любом постулируемом исходном событии должно быть таким, чтобы соблюдались указанные ниже условия (в порядке их важности):

- 1) постулируемое исходное событие не оказывает воздействия, значимого для безопасности, или приводит лишь к изменению состояния станции в направлении безопасного режима благодаря естественным характеристикам станции;
- 2) после постулируемого исходного события станция остается безопасной благодаря пассивным средствам безопасности или действию систем, которые постоянно находятся в состоянии, необходимом для контроля постулируемого исходного события;
- 3) после постулируемого исходного события станция остается безопасной благодаря срабатыванию систем безопасности, которые необходимо ввести в работу в ответ на постулируемое исходное событие;
- 4) после постулируемого исходного события станция остается безопасной благодаря выполнению указанных процедур.

5.9. Постулируемые исходные события, используемые при разработке требований к характеристикам узлов, важных для безопасности, в рамках общей оценки безопасности и подробного анализа станции, должны быть сгруппированы в четко указанное количество представительных последовательностей событий, определяющих граничные случаи и обеспечивающих основу для проектирования и эксплуатационные пределы для узлов, важных для безопасности.

5.10. Для исключения из проекта какого-либо исходного события, которое определено в рамках всеобъемлющего набора постулируемых исходных событий, должно быть представлено обоснование, подтвержденное техническими данными.

5.11. В случаях, когда в ответ на постулируемое исходное событие требуются оперативные и надежные действия, в проекте должны предусматриваться автоматические действия по обеспечению безопасности в целях необходимого срабатывания систем безопасности, с тем чтобы предотвратить переход ситуации на станции в более тяжелую стадию.

5.12. В случаях, когда в ответ на постулируемое исходное событие не требуются оперативные действия, допускается прибегать к ручному включению систем или другим действиям оператора. Для таких случаев временной интервал между выявлением аномального события или аварии и требуемым действием должен быть достаточно продолжительным, и должны быть определены адекватные процедуры (такие как административные, эксплуатационные и аварийные процедуры) для обеспечения выполнения таких действий. Должна быть проведена оценка возможности того, что оператор может усугубить последовательность событий посредством ошибочного управления оборудованием или вследствие неверного диагностирования требующегося процесса восстановления.

5.13. Действия оператора, требуемые для диагностирования состояния станции после постулируемого исходного события и своевременного приведения ее в стабильное долгосрочное состояние останова, должны облегчаться за счет применения надлежащих контрольно-измерительных приборов для контроля состояния станции и адекватных средств для ручного управления оборудованием.

5.14. В проекте должна быть конкретно указана необходимость наличия оборудования и процедур, требующихся для обеспечения средств сохранения контроля над станцией и смягчения любых вредоносных последствий утраты контроля.

5.15. Любое оборудование, необходимое для принятия мер по осуществлению процессов реагирования и восстановления в ручном режиме, должно размещаться в наиболее подходящем месте для обеспечения его оперативной готовности в случае необходимости и безопасного доступа к нему в предполагаемых условиях окружающей среды.

Требование 17. Внутренние и внешние опасности

Все прогнозируемые внутренние опасности и внешние опасности, включая потенциальные события техногенного происхождения, напрямую или косвенно затрагивающие безопасность АЭС, должны быть выявлены, а их последствия должны быть оценены. Опасности должны учитываться при проектировании планировки станции и при определении постулируемых исходных событий и возникающих в связи с ними нагрузок, которые принимаются в расчет при проектировании соответствующих узлов АЭС, важных для безопасности.

5.15А. Важные для безопасности элементы проектируются и размещаются с должным учетом других последствий для безопасности так, чтобы противостоять воздействию источников опасности или быть защищенными сообразно их важности для безопасности от источников опасности и от механизмов отказа по общей причине, которые образуют источники опасности.

5.15В. При проектировании площадок станций с несколькими энергоблоками надлежащим образом учитывается потенциальная возможность конкретных опасностей приводить к одновременному воздействию на несколько энергоблоков или даже на все энергоблоки на площадке.

Внутренние опасности

5.16. При проектировании станции должны надлежащим образом учитываться внутренние опасности, такие как возгорание, взрыв, затопление, образование летящих предметов, обрушение конструкций и падение предметов, биение трубопроводов, ударное воздействие струи или выброс жидкости из поврежденных систем или из других установок на площадке. Должны предусматриваться соответствующие средства для предупреждения и смягчения, с тем чтобы не допустить возникновения угрозы для безопасности.

Внешние опасности

5.17. При проектировании уделяется надлежащее внимание тем природным и техногенным внешним событиям¹¹ (т.е. событиям, имеющим внешнее по отношению к станции происхождение), которые были выявлены в процессе оценки площадки. Причинно-следственная связь и вероятность возникновения учитываются при постулировании потенциальных опасностей. В краткосрочной перспективе не допускается, чтобы безопасность станции зависела от наличия находящихся за пределами площадки служб, таких как система электроснабжения и пожарная охрана. При проектировании надлежащее внимание уделяется конкретным условиям на данной площадке, с тем чтобы определить необходимое максимальное время прибытия служб, находящихся за пределами площадки.

5.18. Данный пункт был удален, а его положения были дополнены и перенесены в новый пункт 5.15А.

5.19. Предусматриваются средства, позволяющие свести к минимуму любое взаимодействие между зданиями, в которых находятся важные для безопасности элементы (включая силовые кабели и кабели управления), и любыми другими конструкциями станции вследствие внешних событий, учтенных при проектировании.

5.20. Данный пункт был удален, а его положения были дополнены и перенесены в новый пункт 5.15А.

5.21. При проектировании станции предусматривается достаточный запас безопасности для защиты важных для безопасности элементов от внешних опасностей соответствующих уровней, которые учитываются в проекте на основе оценки опасностей на площадке, и недопущения пороговых эффектов¹².

¹¹ Требования по оценке площадки для ядерных установок изложены в публикации № NS-R-3 (Rev. 1) Серии норм безопасности МАГАТЭ «Оценка площадок для ядерных установок» [10].

¹² «Пороговый эффект» применительно к АЭС – это сильно отличающийся от нормального режим поведения станции, к которому приводит резкий переход от одного состояния станции к другому после небольшого отклонения одного из параметров станции; и, таким образом, резкое значительное изменение условий на станции в ответ на небольшое изменение входных воздействующих факторов.

5.21А. При проектировании станции предусматривается также достаточный запас безопасности для защиты элементов, безусловно необходимых для предотвращения радиоактивных выбросов на ранней стадии или крупных радиоактивных выбросов в случае возникновения события с уровнями опасных природных явлений, превышающими предусмотренные в проекте уровни, которые были установлены на основе оценки опасностей на площадке.

5.22. Данный пункт был удален, а его положения были дополнены и перенесены в новый пункт 5.15.В.

Требование 18. Инженерно-технические правила проектирования

Инженерно-технические правила проектирования узлов АЭС, важных для безопасности, должны быть конкретно указаны и должны согласовываться с соответствующими национальными и международными сводами положений и нормами, а также апробированной инженерно-технической практикой при надлежащем учете их значимости для ядерно-энергетических технологий.

5.23. При проектировании АЭС должны применяться методы, обеспечивающие надежность проекта, и должна соблюдаться апробированная инженерно-техническая практика, с тем чтобы фундаментальные функции безопасности выполнялись во всех эксплуатационных состояниях и во всех аварийных условиях.

Требование 19. Проектные аварии

На основе постулируемых исходных событий должен быть разработан набор аварий, которые будут учитываться при проектировании, в целях определения граничных условий, которые АЭС может выдерживать без превышения допустимых пределов по радиационной защите.

5.24. Проектные аварии должны использоваться для определения проектных основ (включая критерии функционирования) систем безопасности и других узлов, важных для безопасности, которые необходимы для контроля проектных аварийных условий и призваны обеспечить возвращение станции в безопасное состояние и смягчение последствий любых аварий.

5.25. Проектирование должно осуществляться с таким расчетом, чтобы в проектных аварийных условиях главные параметры станции не превышали

установленные проектные пределы. Первоочередной целью должно быть обеспечение возможности управления всеми проектными авариями таким образом, чтобы они имели лишь незначительные радиологические последствия либо вовсе не имели таковых на площадке и за ее пределами и не требовали принятия каких-либо защитных мер за пределами площадки.

5.26. Анализ проектных аварий должен проводиться на основе консервативного подхода. Этот подход предусматривает постулирование определенных отказов в системах безопасности с указанием проектных критериев и использованием в анализе консервативных допущений, моделей и вводных параметров.

Требование 20. Запроектные условия

На основе инженерно-технической оценки, детерминистических оценок и вероятностных оценок должен быть определен набор запроектных условий в целях дальнейшего повышения безопасности АЭС посредством укрепления способности станции выдерживать без неприемлемых радиологических последствий аварии, более тяжелые, чем проектные аварии, либо аварии, которые связаны с дополнительными отказами. Эти запроектные условия должны использоваться для выявления дополнительных аварийных сценариев, которые следует учитывать при проектировании, и планирования практически осуществимых мер по предотвращению таких аварий или смягчению их последствий.

5.27. Должен проводиться анализ запроектных условий для станции¹³. Основной технической целью учета запроектных условий является обеспечение уверенности в том, что проектирование станции ведется с таким расчетом, чтобы предотвратить аварийные условия, не учтенные в качестве проектных аварийных условий, или смягчить их последствия, насколько это представляется практически возможным. В связи с этим могут потребоваться дополнительные средства обеспечения безопасности в запроектных условиях или укрепление возможностей систем безопасности предотвращать тяжелые аварии или смягчать их последствия или поддерживать целостность защитной оболочки. Эти дополнительные средства обеспечения безопасности в запроектных

¹³ Анализ запроектных условий для станции может проводиться на основе подхода наилучшего приближения (в соответствии с требованиями государств могут использоваться более строгие подходы).

условиях или это укрепление возможности систем безопасности должны быть такими, чтобы обеспечивать возможность управления аварийными условиями, в которых в защитной оболочке присутствует значительное количество радиоактивного материала (включая радиоактивный материал, образующийся вследствие серьезного повреждения активной зоны реактора). Станция должна проектироваться с таким расчетом, чтобы ее можно было привести в контролируемое состояние и чтобы можно было поддерживать функционирование защитной оболочки, что привело бы в результате к «практическому исключению»¹⁴ возможности возникновения состояний станции, которые могут привести к радиоактивному выбросу на ранней стадии или крупному радиоактивному выбросу. Действенность мер по обеспечению функциональности защитной оболочки может анализироваться на основе подхода наилучшего приближения.

5.28. Запроектные условия должны использоваться для определения проектных спецификаций средств обеспечения безопасности и для проектирования всех прочих важных для безопасности узлов, необходимых для предотвращения возникновения таких событий, либо – в случае их возникновения – для их контроля и смягчения их последствий.

5.29. Проводимый анализ должен включать выявление средств, которые спроектированы для использования при предотвращении или смягчении событий, учитываемых в рамках запроектных условий или способны¹⁵ предотвращать или смягчать эти события. Эти средства:

- a) должны быть независимыми от средств, используемых при более частых авариях, в той мере, в какой это представляется практически возможным;
- b) должны быть способны функционировать в условиях окружающей среды, связанных с этими запроектными условиями, включая в надлежащих случаях запроектные условия при тяжелых авариях;
- c) должны иметь степень надежности, соответствующую предписанной им функции.

¹⁴ Возможность возникновения определенных состояний может считаться «практически исключенной» в случае отсутствия физической возможности их возникновения или в случае, если существует высокая степень уверенности в крайне малой вероятности их возникновения.

¹⁵ Для возвращения станции в безопасное состояние или смягчения последствий аварии следует учесть полные проектные возможности станции и возможность временного использования дополнительных систем.

5.30. В частности, защитная оболочка и ее средства обеспечения безопасности должны быть способны выдерживать экстремальные сценарии, включающие в числе прочего плавление активной зоны реактора. Эти сценарии должны отбираться на основе применения инженерно-технической оценки и входных данных по итогам вероятностных оценок безопасности.

5.31. Проектирование должно проводиться с таким расчетом, чтобы «практически исключалась»¹⁶ возможность возникновения условий, которые могут привести к радиоактивному выбросу на ранней стадии или крупному радиоактивному выбросу.

5.31А. Проектирование должно производиться с таким расчетом, чтобы для запроектных условий в целях защиты населения были достаточны защитные меры, ограниченные по времени и месту применения, и предусматривалось достаточное время для принятия этих мер.

Сочетания событий и отказов

5.32. Если результаты инженерно-технической оценки, детерминистических оценок безопасности и вероятностных оценок безопасности указывают на то, что сочетания событий могут приводить к возникновению ожидаемых при эксплуатации событий или аварийных условий, такие сочетания событий должны считаться проектными авариями или должны быть включены в состав запроектных условий, что зависит, главным образом, от вероятности их возникновения. Некоторые события могут быть последствиями других событий, как например наводнение после землетрясения. Такие последующие события должны рассматриваться в качестве части первоначального постулируемого исходного события.

Требование 21. Физическое разделение и независимость систем безопасности

Должно предотвращаться взаимовлияние систем безопасности или резервных элементов системы такими средствами, как физическое

¹⁶ Возможность возникновения определенных состояний может считаться «практически исключенной» в случае отсутствия физической возможности их возникновения или в случае, если существует высокая степень уверенности в крайне малой вероятности их возникновения.

разделение, электрическая изоляция, функциональная независимость и независимость связи (передачи данных), по мере целесообразности.

5.33. Оборудование системы безопасности (включая кабели и кабельные каналы) для каждого резервного элемента системы безопасности на станции должно быть легко распознаваемым.

Требование 22. Классификация безопасности

Все узлы, важные для безопасности, должны быть определены и классифицированы на основе их функции и их значимости с точки зрения безопасности.

5.34. Метод классификации узлов, важных для безопасности, на основе их значимости с точки зрения безопасности прежде всего должен быть основан на детерминистических методах, дополненных при необходимости вероятностными методами, с учетом таких факторов, как:

- a) функция(и) безопасности, которую(ые) выполняет данный узел;
- b) последствия отказа выполнять функцию безопасности;
- c) частота, с которой от данного узла потребуется выполнение функции безопасности;
- d) время после постулируемого исходного события или период, в течение которого от узла потребуется выполнение функции безопасности.

5.35. Проектирование должно проводиться таким образом, чтобы предотвращалось любое взаимодействие между узлами, важными для безопасности, и, в частности, чтобы любой отказ узлов, важных для безопасности, в системе, относящейся к более низкому классу безопасности, не распространялся на систему, относящуюся к более высокому классу безопасности.

5.36. Оборудование, выполняющее несколько функций, должно быть отнесено к классу безопасности, который соответствует наиболее важной функции, выполняемой этим оборудованием.

Требование 23. Надежность узлов, важных для безопасности

Надежность узлов, важных для безопасности, должна соответствовать их значимости с точки зрения безопасности.

5.37. Узлы, важные для безопасности, должны проектироваться с таким расчетом, чтобы обеспечить возможность аттестации, заказа, установки, принятия в эксплуатацию, эксплуатации и технического обслуживания оборудования, с тем чтобы оно было способно с достаточной надежностью и эффективностью выдерживать все условия, указанные в проектных основах этих узлов.

5.38. При подборе оборудования должно уделяться внимание как ложному срабатыванию, так и небезопасным режимам отказов. Предпочтение в процессе подбора должно отдаваться оборудованию с прогнозируемыми и выявленными режимами отказа, конструкция которого облегчает проведение ремонта или замены.

Требование 24. Отказы по общей причине

При проектировании оборудования должна надлежащим образом учитываться потенциальная возможность отказов по общей причине узлов, важных для безопасности, с тем чтобы определить, каким образом следует применять принципы неодинаковости, резервирования, физического разделения и функциональной независимости для достижения требуемой надежности.

Требование 25. Критерий единичного отказа

Критерий единичного отказа должен применяться к каждой группе безопасности, включаемой в проект станции.

5.39. При применении критерия единичного отказа¹⁷ к группе безопасности или системе безопасности ложное срабатывание должно рассматриваться как один из видов отказа.

5.40. При проектировании должно уделяться надлежащее внимание отказу пассивного элемента, если только в рамках анализа единичного отказа с высоким уровнем достоверности не было обоснованно доказано, что отказ

¹⁷ Единичный отказ – это отказ, который приводит к утрате способности системы или элемента выполнять предназначенную ему функцию(и) безопасности, а также любой(ые) последующий(е) отказ(ы), являющиеся результатом этого. Критерий единичного отказа – это критерий (или требование), применяемый к системе таким образом, чтобы она обязательно сохраняла способность выполнять свою функцию в случае любого единичного отказа.

этого элемента весьма маловероятен и что выполняемая им функция не подвергается воздействию постулируемого исходного события.

Требование 26. Отказобезопасное проектирование

Принцип отказобезопасного проектирования в надлежащих случаях должен применяться при проектировании систем и элементов, важных для безопасности.

5.41. Системы и элементы, важные для безопасности, должны проектироваться с расчетом на отказобезопасное поведение в надлежащих случаях, с тем чтобы их отказ или отказ вспомогательного устройства не препятствовал выполнению предусмотренной функции безопасности.

Требование 27. Вспомогательные обслуживающие системы

Вспомогательные обслуживающие системы, которые обеспечивают работоспособность оборудования, входящего в состав важной для безопасности системы, должны быть классифицированы соответствующим образом.

5.42. Надежность, резервирование, неодинаковость и независимость вспомогательных обслуживающих систем, а также наличие средств для их изоляции и испытания их функциональных возможностей должны обеспечиваться в соответствии со значимостью системы, которую они обслуживают, с точки зрения безопасности.

5.43. Не должно допускаться, чтобы отказ вспомогательной обслуживающей системы мог одновременно затрагивать резервные части системы безопасности или системы, выполняющей неодинаковые функции безопасности, и угрожать способности этих систем выполнять их функции безопасности.

Требование 28. Эксплуатационные пределы и условия для безопасной эксплуатации

При проектировании должен быть установлен набор эксплуатационных пределов и условий для безопасной эксплуатации АЭС.

5.44. Требования и эксплуатационные пределы и условия, устанавливаемые при проектировании АЭС, должны включать (Серия норм безопасности

МАГАТЭ, № SSR-2/2 (Rev. 1) «Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация» [4], требование б):

- a) пределы безопасности;
- b) пределы установок системы безопасности;
- c) пределы и условия нормальной эксплуатации;
- d) ограничения систем управления и процедурные ограничения, действующие в отношении технологических параметров и других важных параметров;
- e) требования в отношении наблюдения, технического обслуживания, испытаний и инспектирования на станции с целью обеспечения того, что конструкции, системы и элементы функционируют так, как это предусмотрено проектом, а также с целью выполнения требования об оптимизации посредством сохранения радиационных рисков на разумно достижимом низком уровне;
- f) четко указанные эксплуатационные конфигурации, в том числе эксплуатационные ограничения в случае эксплуатационной неготовности систем безопасности или систем, связанных с безопасностью;
- g) планы принятия мер, включая время завершения действий в ответ на отклонения от эксплуатационных пределов и условий.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ЦЕЛЯХ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ТЕЧЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ СТАНЦИИ

Требование 29. Калибровка, испытания, техническое обслуживание, ремонт, замена, инспектирование и контроль узлов, важных для безопасности

Узлы АЭС, важные для безопасности, должны проектироваться с расчетом на калибровку, испытания, техническое обслуживание, ремонт или замену, инспектирование и контроль, которые требуются для обеспечения возможности выполнения ими своих функций и сохранения их работоспособности во всех условиях, предусмотренных их проектными основами.

5.45. Станция должна быть спланирована с таким расчетом, чтобы способствовать деятельности по калибровке, испытаниям, техническому обслуживанию, ремонту или замене, инспектированию и контролю и обеспечивать возможность их выполнения с соблюдением соответствующих

национальных и международных кодексов и норм. Такая деятельность должна соответствовать важности выполняемых функций безопасности и должна производиться без чрезмерного облучения работников.

5.46. Если планируется, что узлы, важные для безопасности, будут проходить калибровку, испытания или техническое обслуживание при работе под нагрузкой, должны быть спроектированы соответствующие системы для выполнения таких задач без значительного снижения надежности выполнения функций безопасности. В проект должны быть включены меры для проведения калибровки, испытаний, технического обслуживания, ремонта, замены или инспектирования узлов, важных для безопасности, в период останова, с тем чтобы такие задачи можно было выполнять без значительного снижения надежности выполнения функций безопасности.

5.47. Если узел, важный для безопасности, не представляется возможным спроектировать таким образом, чтобы можно было проводить его испытания, инспектирование или контроль в желаемом объеме, то должно быть предусмотрено надежное техническое обоснование, в котором учтены следующие принципы:

- a) должны быть указаны другие апробированные альтернативные и/или косвенные методы, такие как контрольные испытания эталонных узлов или использование проверенных и утвержденных методов расчета;
- b) должны применяться консервативные запасы безопасности или другие соответствующие меры предосторожности для компенсации возможных непредвиденных отказов.

Требование 30. Аттестация узлов, важных для безопасности

Должна осуществляться программа аттестации оборудования для подтверждения того, что узлы АЭС, важные для безопасности, будут способны выполнять предписанные им функции в случае необходимости и в преобладающих условиях окружающей среды в течение всего проектного срока службы этих узлов, при этом надлежащим образом должно быть учтено состояние станции при проведении технического обслуживания и испытаний.

5.48. При рассмотрении условий окружающей среды в рамках программы аттестации узлов АЭС, важных для безопасности, необходимо учитывать

изменения внешних условий окружающей среды, которые предусмотрены в проектных основах станции.

5.49. В программе аттестации оборудования должны учитываться эффекты старения, обусловленные различными факторами окружающей среды (такими как условия вибрации, облучения, влажности или температуры) в течение ожидаемого срока службы узлов, важных для безопасности. В случаях, когда на оборудование могут воздействовать внешние природные события и оно должно выполнять функцию безопасности во время или после такого события, в аттестационной программе путем проведения испытаний или анализа, либо посредством сочетания этих мер должны быть воспроизведены, насколько это представляется практически возможным, условия, которые воздействуют на узлы, важные для безопасности, в результате внешних природных событий.

5.50. В аттестационную программу должны включаться любые условия окружающей среды, которые могут быть обоснованно спрогнозированы и могут возникать в конкретных эксплуатационных состояниях, таких как периодические проверки скорости утечки из защитной оболочки.

Требование 31. Управление старением

Должен быть рассчитан и указан проектный срок службы узлов АЭС, важных для безопасности. В целях обеспечения способности узлов, важных для безопасности, выполнять в течение всего проектного срока службы предписанные им функции безопасности при проектировании должны предусматриваться надлежащие запасы надежности с таким расчетом, чтобы надлежащим образом учитывались соответствующие механизмы старения, охрупчивания при нейтронном воздействии и износа, а также потенциального ухудшения характеристик вследствие старения.

5.51. При проектировании АЭС должны надлежащим образом учитываться эффекты старения и износа во всех эксплуатационных состояниях, для которых предназначен тот или иной элемент, включая испытания, техническое обслуживание, простои вследствие технического обслуживания, состояния станции при возникновении постулируемого исходного события и состояния станции после постулируемого исходного события.

5.52. Должны предусматриваться меры для осуществления контроля, испытаний, отбора проб и инспектирования в целях оценки механизмов старения, прогнозируемых на стадии проектирования, и содействия определению непредвиденного поведения станции или ухудшения характеристик, которые могут проявиться во время эксплуатации.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Требование 32. Проектирование, направленное на обеспечение оптимальной работы оператора

На ранней стадии разработки проекта АЭС в процесс проектирования должен включаться систематический учет человеческих факторов, в том числе взаимодействия человек-машина, который должен проводиться в течение всего процесса проектирования.

5.53. В проекте АЭС должно быть указано минимальное количество эксплуатационного персонала, требующееся для выполнения всех одновременных операций, необходимых для обеспечения безопасного состояния станции.

5.54. Эксплуатационный персонал, имеющий опыт работы на аналогичных станциях, должен, насколько это представляется практически возможным, активно привлекаться к процессу проектирования, который ведет проектная организация, с тем чтобы в рамках этого процесса на самых ранних стадиях уделять внимание вопросам эксплуатации и технического обслуживания оборудования в будущем.

5.55. Проект способствует выполнению эксплуатационным персоналом его обязанностей и задач и ограничивает вероятность возникновения ошибок и их влияние во время эксплуатации на безопасность. В процессе проектирования уделяется должное внимание планировке станции, компоновке оборудования и процедурам, включая процедуры технического обслуживания и инспектирования, с целью облегчения взаимодействия эксплуатационного персонала и станции во всех эксплуатационных состояниях.

5.56. Взаимодействие человек-машина должно проектироваться с таким расчетом, чтобы операторы получали всеобъемлющую, но легко поддающуюся управлению информацию, с учетом времени, необходимого

для принятия решений и соответствующих действий. Информация, необходимая оператору для принятия решения о действиях, должна быть представлена в ясной и недвусмысленной форме.

5.57. Оператор должен получать информацию, необходимую для:

- a) оценки общего состояния станции в любых условиях;
- b) эксплуатации станции в установленных пределах для параметров, связанных с системами и оборудованием станции (эксплуатационные пределы и условия);
- c) подтверждения автоматического инициирования срабатывания систем безопасности, когда это необходимо, и штатной работы соответствующих систем;
- d) определения как необходимости ручного инициирования указанных действий по обеспечению безопасности, так и времени такого инициирования.

5.58. Проект должен быть составлен с таким расчетом, чтобы способствовать успеху действий оператора с надлежащим учетом времени, имеющегося для принятия мер, ожидаемых условий и психической нагрузки на оператора.

5.59. Необходимость быстрого вмешательства оператора должна быть сведена к минимуму, и должно быть продемонстрировано, что оператор располагает достаточным временем для принятия решения о действиях и осуществления действий.

5.60. Проект должен быть составлен с таким расчетом, чтобы после события, воздействующего на станцию, условия окружающей среды в помещении щита управления или дополнительном помещении щита управления, а также в местах на пути доступа к этому дополнительному щиту управления не угрожали защите и безопасности эксплуатационного персонала.

5.61. Рабочие места и условия работы эксплуатационного персонала должны проектироваться в соответствии с концепциями эргономики.

5.62. На соответствующих стадиях должна проводиться проверка и аттестация средств, связанных с человеческими факторами, в том числе с использованием тренажеров, с тем чтобы подтвердить, что необходимые действия оператора определены и могут быть правильно выполнены.

ДРУГИЕ СООБРАЖЕНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Требование 33. Системы и средства безопасности для запроектных условий на энергоблоках многоблочной АЭС

Каждый энергоблок многоблочной АЭС имеет свои собственные системы безопасности и свои собственные средства безопасности для запроектных условий.

5.63. В целях дальнейшего повышения безопасности в проекте предусматриваются средства, позволяющие обеспечивать соединения между энергоблоками многоблочной АЭС.

Требование 34. Системы, содержащие делящийся материал или радиоактивный материал

Все системы на атомной электростанции, которые могут содержать делящийся материал или радиоактивный материал, должны проектироваться с таким расчетом, чтобы обеспечивать: предотвращение возникновения событий, которые могут привести к неконтролируемому радиоактивному выбросу в окружающую среду; предотвращение аварийной критичности и перегрева; удержание радиоактивных выбросов на уровне ниже разрешенных пределов для сбросов при нормальной эксплуатации и ниже допустимых пределов в аварийных условиях, а также их сохранение на разумно достижимом низком уровне; и упрощение работы по смягчению радиологических последствий аварий.

Требование 35. Атомные электростанции, используемые для комбинированного производства тепловой и электрической энергии, выработки тепла или опреснения

АЭС, соединенные с установками для использования тепла (например, системами централизованного теплоснабжения) и/или установками для опреснения воды, должны проектироваться с таким расчетом, чтобы в условиях эксплуатационных состояний и аварийных условиях предотвращались процессы, ведущие к переносу радионуклидов с АЭС на установку для опреснения или установку для централизованного теплоснабжения.

Требование 36. Пути эвакуации со станции

АЭС должна иметь достаточное число путей эвакуации с четкой и стойкой разметкой, снабженных надежными системами аварийного освещения, вентиляции и другими обслуживающими средствами, которые необходимы для безопасного использования этих путей эвакуации.

5.64. Пути эвакуации с атомной электростанции должны удовлетворять соответствующим национальным и международным требованиям в отношении радиационного зонирования и противопожарной защиты, а также соответствующим национальным требованиям в отношении техники безопасности в промышленности и физической безопасности станции.

5.65. Должен иметься по меньшей мере один путь для эвакуации с рабочих мест и других участков, где находятся люди, после внутреннего события, или внешнего события, или после сочетания событий, предусмотренных в проекте.

Требование 37. Системы связи на станции

На всех участках АЭС должны предусматриваться эффективные средства связи, которые облегчают безопасную эксплуатацию во всех режимах нормальной эксплуатации и могут быть использованы после возникновения любых постулируемых исходных событий и в аварийных условиях.

5.66. Должны предусматриваться соответствующие системы сигнализации и средства связи с таким расчетом, чтобы в эксплуатационных состояниях и аварийных условиях можно было предупредить об опасности всех лиц, находящихся на АЭС и на площадке, и дать им соответствующие инструкции.

5.67. Должны предусматриваться соответствующие и неодинаковые средства связи, требующиеся для обеспечения безопасности, внутри атомной электростанции и в непосредственной близости от станции, а также для связи с соответствующими учреждениями за пределами площадки.

Требование 38. Контроль доступа на станцию

АЭС должна быть изолирована от окружающих ее объектов путем соответствующего размещения различных элементов конструкции с таким расчетом, чтобы можно было контролировать доступ на станцию.

5.68. При проектировании зданий и планировке площадки должны предусматриваться меры по контролю доступа на АЭС эксплуатационного персонала и/или оборудования, включая персонал по аварийному реагированию и его транспортные средства, при этом особое внимание должно уделяться защите от несанкционированного доступа лиц и несанкционированной доставки предметов на станцию.

Требование 39. Предотвращение несанкционированного доступа к узлам, важным для безопасности, или вмешательства в их функционирование

Должны приниматься меры для предотвращения несанкционированного доступа на АЭС или вмешательства в функционирование узлов, важных для безопасности, включая аппаратные средства и программное обеспечение компьютеров.

Требование 40. Предотвращение вредоносного взаимодействия систем, важных для безопасности

Должна быть проведена оценка потенциала вредоносного взаимодействия важных для безопасности систем АЭС, которым, возможно, необходимо будет функционировать одновременно, и должны быть приняты меры для предупреждения последствий любого вредоносного взаимодействия.

5.69. При проведении анализа потенциала вредоносного взаимодействия важных для безопасности систем должно уделяться надлежащее внимание физическим взаимосвязям и возможным последствиям функционирования, неправильного функционирования или неправильного срабатывания одной системы для локальных условий окружающей среды, в которой находятся другие важные системы, с тем чтобы не допустить воздействия изменений в окружающей среде на надежность заданного функционирования систем или элементов.

5.70. Если две важные для безопасности гидравлические системы связаны между собой и работают под различным давлением, то либо обе эти системы должны быть спроектированы с таким расчетом, чтобы выдерживать более высокое давление, либо должны приниматься меры для предотвращения превышения проектного давления в системе, работающей под более низким давлением.

Требование 41. Взаимодействие между электрической сетью и станцией

Нарушения в работе электрической сети, включая ожидаемые колебания напряжения и частоты сетевого энергоснабжения, не должны угрожать функциональности узлов АЭС, важных для безопасности.

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ

Требование 42. Анализ безопасности проекта станции

Должен быть проведен анализ безопасности проекта АЭС, в рамках которого должны использоваться методы как детерминистического анализа, так и вероятностного анализа, позволяющие провести оценку и анализ угроз безопасности применительно к различным категориям состояний станции.

5.71. На основе анализа безопасности должны быть подтверждены проектные основы узлов, важных для безопасности, и их связи с исходными событиями и последовательностями событий¹⁸. Должно быть показано, что АЭС спроектирована таким образом, чтобы обеспечивать соблюдение разрешенных пределов для выбросов радиоактивных веществ и пределов дозы во всех эксплуатационных состояниях, а также обеспечивать соблюдение пределов для аварийных условий.

5.72. Анализ безопасности должен обеспечивать уверенность в том, что в проекте станции реализованы принципы глубокоэшелонированной защиты.

¹⁸ Требования по оценке безопасности установок и деятельности изложены в GSR Part 4 (Rev. 1) [2].

5.73. Анализ безопасности обеспечивает уверенность в том, что в проекте станции уделено должное внимание неопределенностям, и особенно в том, что имеются достаточные запасы безопасности для недопущения пороговых эффектов¹⁹ и радиоактивных выбросов на ранней стадии или крупных радиоактивных выбросов.

5.74. Выводы о возможности применения аналитических допущений, методов анализа и степени консерватизма, используемых при проектировании станции, должны обновляться и проверяться с учетом текущего состояния или фактической реализации проекта.

Детерминированный подход

5.75. Детерминированный анализ безопасности должен главным образом обеспечивать:

- a) определение и подтверждение проектных основ для всех узлов, важных для безопасности;
- b) определение характеристик постулируемых исходных событий, соответствующих площадке и проекту станции;
- c) анализ и оценку последовательностей событий, обусловленных постулируемыми исходными событиями, в целях подтверждения аттестационных требований;
- d) сравнение результатов анализа с критериями приемлемости, проектными пределами, пределами дозы и допустимыми пределами по радиационной защите;
- e) подтверждение того, что управление ожидаемыми при эксплуатации событиями и проектными авариями представляется возможным благодаря действиям по обеспечению безопасности, предусматривающим автоматическое срабатывание систем безопасности в сочетании с предписываемыми действиями оператора;
- f) подтверждение того, что управление запроектными условиями представляется возможным благодаря автоматическому срабатыванию систем безопасности и использованию средств безопасности в сочетании с ожидаемыми действиями оператора.

¹⁹ «Пороговый эффект» применительно к АЭС – это сильно отличающийся от нормального режим поведения станции, к которому приводит резкий переход от одного состояния станции к другому после небольшого отклонения одного из параметров станции; и, таким образом, резкое значительное изменение условий на станции в ответ на небольшое изменение входных воздействующих факторов.

Вероятностный подход

5.76. В проекте должны надлежащим образом учитываться результаты вероятностного анализа безопасности станции применительно ко всем режимам эксплуатации и всем состояниям станции, включая останов, с уделением особого внимания, в частности:

- a) установлению того, что сбалансированный проект разработан таким образом, что никакое конкретное устройство или постулируемое исходное событие не вносят непропорционально большой или в значительной степени неопределенный вклад в общий объем рисков, и что уровни глубокоэшелонированной защиты независимы в той мере, в какой это практически осуществимо;
- b) обеспечению гарантий того, что будут предотвращаться ситуации, в которых небольшие отклонения параметров станции могут привести к сильным изменениям условий на станции (пороговым эффектам²⁰);
- c) сравнению результатов анализа с критериями приемлемости риска, если таковые были установлены.

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНКРЕТНЫХ СИСТЕМ СТАНЦИИ

АКТИВНАЯ ЗОНА РЕАКТОРА И СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ ФУНКЦИИ

Требование 43. Функционирование тепловыделяющих элементов и сборок

Тепловыделяющие элементы и сборки для атомной электростанции должны быть сконструированы с таким расчетом, чтобы они сохраняли целостность конструкции и удовлетворительно выдерживали расчетные уровни излучения и другие условия в активной зоне

²⁰ «Пороговый эффект» применительно к АЭС – это сильно отличающийся от нормального режим поведения станции, к которому приводит резкий переход от одного состояния станции к другому после небольшого отклонения одного из параметров станции; и, таким образом, резкое значительное изменение условий на станции в ответ на небольшое изменение входных воздействующих факторов.

реактора в сочетании со всеми неблагоприятными процессами, которые могли бы иметь место в эксплуатационных состояниях.

6.1. В число учитываемых неблагоприятных процессов должны быть включены процессы, возникающие вследствие:

- неравномерного расширения и деформации;
- внешнего давления теплоносителя;
- дополнительного внутреннего давления, обусловленного продуктами деления и накоплением гелия в твэлах;
- облучения топлива и других материалов в тепловыделяющей сборке;
- изменений давления и температуры в результате изменений в потребляемой мощности;
- химических воздействий;
- статических и динамических нагрузок, включая вибрации, создаваемые потоком теплоносителя, и механические вибрации;
- колебаний рабочих характеристик теплопередачи, которые могут быть следствием деформаций или химических воздействий.

Должны учитываться погрешности в данных, расчетах и отклонения при изготовлении.

6.2. Проектные пределы для топлива должны включать пределы допустимой утечки продуктов деления из топлива во время ожидаемых при эксплуатации событий, для того чтобы топливо оставалось пригодным для дальнейшего использования.

6.3. Твэлы и тепловыделяющие сборки должны быть способны выдерживать нагрузки и напряжения при перемещении топлива.

Требование 44. Характеристики конструкции активной зоны реактора

Твэлы и тепловыделяющие сборки, а также поддерживающие их конструкции АЭС должны быть сконструированы с таким расчетом, чтобы в эксплуатационных состояниях и в аварийных условиях, кроме тяжелых аварий, сохранялась геометрия, позволяющая обеспечить достаточное охлаждение и беспрепятственный ввод управляющих стержней.

Требование 45. Управление активной зоной реактора

Распределения нейтронного потока, которые могут возникать в любом состоянии активной зоны реактора АЭС, включая состояния, возникающие после останова и во время или после перегрузки топлива, и состояния, возникающие вследствие ожидаемых при эксплуатации событий и вследствие аварийных условий, не связанных с повреждением активной зоны реактора, должны быть внутренне стабильными. Нагрузка на систему управления, связанная с поддержанием форм, уровней и стабильности нейтронного потока в рамках установленных проектных пределов во всех эксплуатационных состояниях, должна быть снижена до минимума.

6.4. Должны предусматриваться адекватные средства для определения распределений нейтронного потока в активной зоне реактора и их изменений с целью обеспечить отсутствие в активной зоне областей, в которых могут быть превышены проектные пределы.

6.5. При проектировании устройств управления реактивностью должны надлежащим образом учитываться износ и эффекты облучения, такие, как выгорание, изменения физических свойств и газообразование.

6.6. Максимальная степень положительной реактивности и скорость ее ввода в эксплуатационных состояниях и в аварийных условиях, не связанных с повреждением активной зоны реактора, должны ограничиваться или компенсироваться таким образом, чтобы предотвратить любое результирующее повреждение первого контура систем теплоносителя реактора, сохранить охлаждающую способность и предотвратить любое значительное повреждение активной зоны реактора.

Требование 46. Останов реактора

Должны предусматриваться средства, обеспечивающие возможность заглушить реактор АЭС в эксплуатационных состояниях и в аварийных условиях и поддерживать его в состоянии останова даже в условиях наибольшей реактивности активной зоны реактора.

6.7. Эффективность, быстродействие и запас по реактивности средств останова реактора должны быть такими, чтобы не превышались установленные проектные пределы для топлива.

6.8. При анализе адекватности средств останова реактора внимание должно быть уделено отказам, возникающим в любом месте станции, в результате которых часть средств останова может быть выведена из строя (например, отказу устройства ввода стержня управления) или произойти отказ по общей причине.

6.9. Средства останова реактора должны состоять по меньшей мере из двух неодинаковых и независимых систем.

6.10. Как минимум одна из этих двух различных систем останова должна быть способна самостоятельно, с соответствующим запасом и высокой надежностью удерживать реактор в подкритическом состоянии даже в условиях наибольшей реактивности активной зоны реактора.

6.11. Средства останова должны быть в состоянии предотвратить любое прогнозируемое повышение реактивности, приводящее к непреднамеренному возникновению критичности в ходе операций по останову или перегрузке топлива или иных стандартных или нестандартных операций в состоянии останова.

6.12. Должны предусматриваться контрольно-измерительные приборы и определяться проверки и испытания для обеспечения того, чтобы средства останова всегда находились в состоянии, определенном для данного состояния станции.

СИСТЕМЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ РЕАКТОРА

Требование 47. Проектирование систем теплоносителя реактора

Элементы систем теплоносителя реактора для АЭС должны проектироваться и монтироваться таким образом, чтобы свести к минимуму риск неисправностей вследствие ненадлежащего качества материалов, ненадлежащих норм проектирования, недостаточной пригодности к инспектированию или ненадлежащего качества изготовления.

6.13. Трубопроводы, подключенные к первому контуру систем теплоносителя реактора АЭС, должны быть снабжены надлежащими устройствами изоляции, с тем чтобы ограничить любую утечку

радиоактивной жидкости (теплоносителя первого контура) и предотвратить потери теплоносителя через смежные системы.

6.14. Первый контур теплоносителя реактора должен проектироваться с таким расчетом, чтобы сделать весьма маловероятным образование трещин и чтобы любые образующиеся трещины развивались в режиме высокой сопротивляемости неустойчивому разрушению и быстрому распространению трещин, с тем чтобы создать условия для их своевременного обнаружения.

6.15. Системы теплоносителя реактора должны проектироваться таким образом, чтобы не допустить таких состояний станции, в которых элементы первого контура теплоносителя реактора могут подвергаться охрупчиванию.

6.16. Элементы конструкции, находящиеся в первом контуре теплоносителя реактора, такие как крыльчатки насосов и детали клапанов, должны проектироваться с таким расчетом, чтобы свести к минимуму вероятность отказа и последующего повреждения других важных для безопасности элементов системы теплоносителя первого контура во всех эксплуатационных состояниях и в условиях проектных аварий с должным учетом ухудшения характеристик, которое может произойти во время эксплуатации.

Требование 48. Защита от избыточного давления в первом контуре теплоносителя реактора

Должны предусматриваться меры для того, чтобы срабатывание устройств сброса давления предохраняло первый контур систем теплоносителя реактора от избыточного давления и не приводило к выбросу радиоактивного материала с АЭС непосредственно в окружающую среду.

Требование 49. Запас теплоносителя реактора

Должны предусматриваться меры по контролю запаса, температуры и давления теплоносителя реактора с таким расчетом, чтобы не превышались установленные проектные пределы в любом эксплуатационном состоянии АЭС с надлежащим учетом изменения объема и утечек теплоносителя.

Требование 50. Очистка теплоносителя реактора

На АЭС должны быть предусмотрены надлежащие средства для удаления из теплоносителя реактора радиоактивных веществ, включая активированные продукты коррозии и продукты деления, выделяющиеся из топлива, и нерадиоактивных веществ.

6.17. Производительность необходимых систем станции должна определяться на основе установленного проектного предела допустимых утечек топлива с консервативным запасом, для того чтобы обеспечивать возможность эксплуатации станции при разумно и практически достижимом низком уровне радиоактивности в контуре, а также обеспечивать соблюдение требований об удержании радиоактивных выбросов на разумно достижимом низком уровне и ниже уровня разрешенных пределов для сбросов.

Требование 51. Отвод остаточного тепла из активной зоны реактора

Для отвода остаточного тепла из активной зоны реактора АЭС в состоянии останова должны предусматриваться такие средства, которые позволяют не допускать превышения проектных пределов для топлива, для корпуса, несущего давление теплоносителя реактора, и для конструкций, важных для безопасности.

Требование 52. Аварийное охлаждение активной зоны реактора

Должны быть предусмотрены средства охлаждения активной зоны реактора, позволяющие восстанавливать и поддерживать охлаждение топлива на АЭС в аварийных условиях даже при нарушении целостности несущего давление корпуса системы теплоносителя первого контура.

6.18. Предусмотренные средства охлаждения активной зоны реактора должны обеспечивать, чтобы:

- a) не превышались предельные параметры для оболочек или целостности твэлов (такие как температура);
- b) сохранялся приемлемый уровень возможных химических реакций;
- c) эффективность средств охлаждения активной зоны реактора компенсировала возможные изменения в твэлах и внутренней геометрии активной зоны реактора;

d) охлаждение активной зоны реактора осуществлялось в течение достаточного времени.

6.19. Для выполнения требований пункта 6.18 с достаточной степенью надежности для каждого постулируемого исходного события должны предусматриваться соответствующие проектные решения (такие как система обнаружения утечек, надлежащая взаимосвязанность и разделение) и соответствующие меры по обеспечению резервирования и неодинаковости элементов.

Требование 53. Теплоотвод к конечному поглотителю тепла

Возможность теплоотвода к конечному поглотителю тепла обеспечивается во всех состояниях станции.

6.19А. Системы теплоотвода имеют достаточную надежность в состояниях станции, в которых они должны выполнять свою функцию теплопередачи. Для этого может потребоваться другой конечный поглотитель тепла или другой доступ к конечному поглотителю тепла.

6.19В. Функция теплопередачи выполняется на уровнях опасных природных явлений, превышающих предусмотренные в проекте уровни, которые были установлены на основе оценки опасностей на площадке.

КОНСТРУКЦИЯ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ И СИСТЕМА ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ

Требование 54. Система защитной оболочки реактора

Должна быть предусмотрена система защитной оболочки, частично или полностью обеспечивающая выполнение на данной АЭС следующих функций безопасности: i) локализации радиоактивных веществ в эксплуатационных состояниях и аварийных условиях; ii) защиты реактора от внешних природных событий и событий техногенного происхождения; и iii) экранирования излучений в эксплуатационных состояниях и аварийных условиях.

Требование 55. Контроль радиоактивных выбросов из защитной оболочки

Защитная оболочка должна быть спроектирована с таким расчетом, чтобы любые радиоактивные выбросы с АЭС в окружающую среду находились на разумно достижимом низком уровне, ниже разрешенных пределов сбросов в эксплуатационных состояниях и ниже допустимых пределов в аварийных условиях.

6.20. Конструкция защитной оболочки, а также системы и элементы, влияющие на герметичность системы защитной оболочки, должны проектироваться и монтироваться с таким расчетом, чтобы можно было бы провести проверку скорости утечки после монтажа всех проходок в защитной оболочке и, если это необходимо, в течение срока эксплуатации станции, так чтобы можно было проверить скорость утечки при расчетном давлении в защитной оболочке.

6.21. Количество проходок в защитной оболочке должно ограничиваться практически необходимым минимумом, причем все проходки должны удовлетворять тем же проектным требованиям, что и сама конструкция защитной оболочки. Проходки должны быть защищены от сил реакций, возникающих при перемещениях трубопроводов, и от нагрузок при авариях, таких, как удары летящих предметов, обусловленные внешними или внутренними событиями, воздействие реактивных струй и воздействие вследствие биения трубопроводов.

Требование 56. Изоляция защитной оболочки

Каждый трубопровод, который проходит через защитную оболочку АЭС как часть корпуса, несущего давление теплоносителя реактора, или трубопровод, который соединяется непосредственно с внутренней атмосферой защитной оболочки, должен автоматически и надежно перекрываться в случае аварии, при которой требуется обеспечение герметичности защитной оболочки для предотвращения превышающих допустимые пределы радиоактивных выбросов в окружающую среду.

6.22. На трубопроводах, которые проходят через защитную оболочку как часть корпуса, несущего давление теплоносителя реактора, и трубопроводах, которые соединяются непосредственно с внутренней атмосферой защитной оболочки, должны последовательно устанавливаться по меньшей мере два соответствующих изолирующих клапана защитной оболочки или

обратных клапана²¹, а также надлежащие системы обнаружения утечек. Изолирующие клапаны защитной оболочки или обратные клапаны должны быть расположены как можно ближе к защитной оболочке, при этом каждый клапан должен обеспечивать надежное и независимое срабатывание и должен быть пригоден к периодической проверке.

6.23. Допускаются отступления от требований к изоляции защитной оболочки, изложенных в пункте 6.22, для конкретных классов трубопроводов, таких как трубопроводы контрольно-измерительных приборов, или в тех случаях, когда применение методов изоляции защитной оболочки, изложенных в пункте 6.22, приведет к снижению надежности системы безопасности, в состав которой входит проходка в защитной оболочке.

6.24. Каждый трубопровод, который проходит через защитную оболочку и который не является частью корпуса, несущего давление теплоносителя реактора, и не соединяется непосредственно с внутренней атмосферой защитной оболочки, должен иметь по меньшей мере один соответствующий изолирующий защитную оболочку клапан. Изолирующие клапаны защитной оболочки должны быть расположены снаружи защитной оболочки и как можно ближе к ней.

Требование 57. Доступ к защитной оболочке

Вход эксплуатационного персонала внутрь защитной оболочки на АЭС должен обеспечиваться через воздушные шлюзы с дверями, снабженными блокировкой, с таким расчетом, чтобы по меньшей мере одна из дверей оставалась закрытой во время работы реактора под нагрузкой и в аварийных условиях.

6.25. Когда предусматривается вход эксплуатационного персонала с целью наблюдения, при проектировании должны быть предусмотрены меры, направленные на обеспечение защиты и безопасности эксплуатационного персонала. Когда предусмотрены воздушные шлюзы для оборудования, при проектировании должны быть предусмотрены меры, направленные на обеспечение защиты и безопасности эксплуатационного персонала.

²¹ В большинстве случаев один изолирующий клапан защитной оболочки или обратный клапан устанавливается снаружи защитной оболочки, а другой – внутри нее. Тем не менее, в зависимости от конструкции, допускаются и другие схемы размещения.

6.26. Конструкция отверстий в защитной оболочке для перемещения оборудования или материала через защитную оболочку должна обеспечивать возможность быстрого и надежного закрытия в случае, когда требуется изолировать защитную оболочку.

Требование 58. Контроль условий эксплуатации защитной оболочки

Должны предусматриваться меры, призванные обеспечить контроль давления и температуры в защитной оболочке на АЭС и контроль любого образования продуктов деления или прочих газообразных, жидких или твердых веществ, которые могут выделяться внутри защитной оболочки и влиять на эксплуатацию систем, важных для безопасности.

6.27. Проект должен предусматривать достаточное количество технологических маршрутов между отдельными отсеками внутри защитной оболочки. Отверстия между отсеками должны иметь в поперечном сечении такие размеры, чтобы перепады давлений при выравнивании давления в аварийных условиях не приводили к неприемлемому повреждению несущей конструкции или систем, важных с точки зрения смягчения последствий аварийных условий.

6.28. Должна быть обеспечена способность отвода тепла из защитной оболочки для снижения давления и температуры в защитной оболочке и удержания их на допустимо низких уровнях после любого аварийного выброса высокоэнергетических жидкостей. Системы, выполняющие функцию отвода тепла из защитной оболочки, должны иметь достаточные надежность и резервирование для обеспечения возможности выполнения указанной функции.

6.28А. В проекте предусматриваются меры для предотвращения потери конструкционной целостности защитной оболочки во всех состояниях станции. Применение этих мер не ведет к радиоактивным выбросам на ранней стадии или крупным радиоактивным выбросам.

6.28В. В проект должны также включаться средства, позволяющие безопасно использовать временное оборудование²² для восстановления возможности отвода тепла из защитной оболочки.

²² Временное оборудование не обязательно хранить на площадке.

6.29. При необходимости в проекте должны быть предусмотрены устройства контроля содержания продуктов деления, водорода, кислорода и других веществ, выброс которых может происходить в защитную оболочку, в целях:

- a) уменьшения количества продуктов деления, выброс которых может происходить в окружающую среду в аварийных условиях;
- b) регулирования концентрации водорода, кислорода и других веществ во внутренней атмосфере защитной оболочки в аварийных условиях с целью предотвратить нагрузки вследствие взрывного горения или детонации, которые могут угрожать целостности защитной оболочки.

6.30. Покрытия, теплоизоляция и облицовка для элементов и конструкций внутри системы защитной оболочки должны тщательно подбираться, а способы их применения должны регламентироваться, с тем чтобы обеспечить выполнение ими функций безопасности и свести к минимуму отрицательное влияние на другие функции безопасности в случае повреждения покрытий, теплоизоляции и облицовки.

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Требование 59. Наличие контрольно-измерительных приборов

Должны быть предусмотрены контрольно-измерительные приборы для определения значений всех основных параметров, от которых могут зависеть процесс деления, целостность активной зоны реактора, систем теплоносителя реактора и защитной оболочки на АЭС, для получения важной информации о станции, которая необходима для ее безопасной и надежной эксплуатации, для определения состояния станции в аварийных условиях и для принятия решений в целях управления аварией.

6.31. Должны предусматриваться контрольно-измерительные приборы и регистрирующие устройства, которые обеспечивают получение важной информации для контроля состояния важного оборудования и развития аварий, для прогнозирования местонахождения выбросов и объемов радиоактивного материала, который мог быть выброшен с объектов, предусмотренных для этой цели в проекте, и для послеаварийного анализа.

Требование 60. Системы управления

На АЭС должны быть предусмотрены надлежащие и надежные системы управления для поддержания и ограничения соответствующих технологических параметров в установленных эксплуатационных диапазонах.

Требование 61. Система защиты

На АЭС должна быть предусмотрена система защиты, способная определять условия, угрожающие безопасности станции, и автоматически запускать действия по обеспечению безопасности в целях срабатывания систем безопасности, необходимых для достижения и поддержания безопасного состояния станции.

6.32. Система защиты должна проектироваться с таким расчетом, чтобы она:

- a) была в состоянии подавлять действия системы управления, угрожающие безопасности;
- b) обладала отказобезопасными характеристиками, позволяющими обеспечить безопасное состояние станции в случае отказа системы защиты.

6.33. Проект:

- a) должен предотвращать действия оператора, которые могут угрожать эффективности системы защиты в эксплуатационных состояниях и аварийных условиях, однако не должен препятствовать правильным действиям оператора в аварийных условиях;
- b) должен автоматизировать различные действия по обеспечению безопасности с целью срабатывания систем безопасности, с тем чтобы в течение обоснованно установленного периода времени с начала ожидаемых при эксплуатации событий или возникновения аварийных условий оператору не требовалось принимать меры;
- c) должен предоставлять оператору соответствующую информацию для контроля результатов автоматически предпринимаемых действий.

Требование 62. Надежность и возможность проверки систем контроля и управления

Системы контроля и управления для узлов АЭС, важных для безопасности, должны проектироваться с таким расчетом, чтобы они обеспечивали высокую функциональную надежность и возможность проведения периодических проверок и испытаний в соответствии с выполняемой(ыми) ими функцией(ями) безопасности.

6.34. Для предотвращения утраты функции безопасности должны использоваться в той мере, в какой это практически возможно, такие проектные решения, как обеспечение возможности проведения проверок и испытаний, включая в соответствующих случаях самопроверку, отказобезопасные характеристики, функциональная неодинаковость и неодинаковость конструкции и принципов действия элементов.

6.35. Системы безопасности должны проектироваться с таким расчетом, чтобы имелась возможность проведения периодических проверок их функциональности, когда станция находится в эксплуатации, в том числе возможность независимой проверки каналов для обнаружения отказов и утраты резервирования. Проект должен предусматривать возможность проверки всех аспектов функциональности датчика, входного сигнала, конечного исполнительного механизма и дисплея.

6.36. В случае необходимости вывода системы безопасности или части системы безопасности из эксплуатации для проведения проверки и испытаний должны быть предусмотрены достаточные меры, позволяющие четко указать любые байпасы системы защиты, которые необходимы на срок проведения мероприятий по проверке и испытаниям или техническому обслуживанию.

Требование 63. Применение компьютеризированного оборудования в системах, важных для безопасности

Если система, важная для безопасности на атомной электростанции, зависит от компьютеризированного оборудования, то должны быть установлены и осуществляться в течение всего срока эксплуатации этой системы, в особенности на стадии разработки программного обеспечения, надлежащие нормы и практика разработки и испытания компьютерных аппаратных средств и программного обеспечения.

Весь процесс разработки должен осуществляться в рамках системы менеджмента качества.

6.37. В отношении компьютеризированного оборудования в системах безопасности и системах, связанных с безопасностью:

- a) для аппаратных средств и программного обеспечения должны предусматриваться высокое качество и наилучшие процедуры использования в соответствии с важностью этой системы для безопасности;
- b) весь процесс разработки, включая контроль, испытания и внесение изменений в проект, должен подлежать систематическому документированию и рассмотрению;
- c) для обеспечения уверенности в высокой надежности оборудования должна проводиться его оценка экспертами, независимыми от группы проектировщиков и группы поставщиков;
- d) там, где функции безопасности важны для достижения и поддержания безопасных условий и где необходимая высокая надежность оборудования не может быть продемонстрирована с высокой степенью уверенности, должны предусматриваться неодинаковые средства обеспечения выполнения функций безопасности;
- e) должны учитываться отказы по общей причине, обусловленные программным обеспечением;
- f) должна быть обеспечена защита от аварийного нарушения работы системы или преднамеренного вмешательства в нее.

Требование 64. Разделение систем защиты и систем управления

Взаимовлияние систем защиты и систем управления на АЭС должно предотвращаться посредством разделения, путем исключения взаимосвязей или обеспечения соответствующей функциональной независимости.

6.38. Если сигналы используются совместно как системой защиты, так и какой-либо системой управления, то должно обеспечиваться разделение (например, посредством соответствующих развязывающих устройств), а система сигнализации должна быть отнесена к системе защиты.

Требование 65. Помещение щита управления

На АЭС должно быть предусмотрено помещение щита управления, из которого можно было бы безопасно управлять станцией во всех эксплуатационных состояниях как в автоматическом, так и в ручном режиме, и из которой можно было бы принимать меры по поддержанию безопасного состояния станции или по возвращению ее в безопасное состояние после возникновения ожидаемых при эксплуатации событий и аварийных условий.

6.39. Должны быть приняты надлежащие меры, включая возведение барьеров между помещением щита управления АЭС и внешней средой, и должна быть предоставлена достаточная информация в целях долговременной защиты лиц, находящихся в помещении щита управления, от опасностей, таких как высокие уровни излучения вследствие аварийных условий, выброс радиоактивного материала, пожар или воздействие взрывоопасных или токсичных газов.

6.40. Особое внимание должно уделяться определению тех событий – как внутренних, так и внешних по отношению к помещению щита управления, – которые могут представлять угрозу продолжению его функционирования, и проект должен предусматривать разумно применимые меры для сведения к минимуму последствий таких событий.

6.40А. Проект помещения щита управления предусматривает достаточный запас безопасности в отношении уровней опасных природных явлений, превышающих предусмотренные в проекте уровни, которые были установлены на основе оценки опасностей на площадке.

Требование 66. Помещение дополнительного щита управления

Контрольно-измерительные приборы и оборудование для управления должны быть размещены предпочтительно в одном помещении (помещении дополнительного щита управления), физически, электрически и функционально отделенном от основного помещения щита управления АЭС. Помещение дополнительного щита управления должно быть оборудовано таким образом, чтобы можно было остановить реактор и поддерживать его в этом состоянии, отводить остаточное тепло и контролировать важнейшие параметры станции, если будет утрачена возможность осуществлять эти важнейшие функции безопасности из помещения основного щита управления.

6.41. Содержащиеся в пункте 6.39 требования о принятии надлежащих мер и предоставлении достаточной информации для защиты находящихся в помещении щита управления лиц от опасностей применяются и в отношении помещения дополнительного щита управления АЭС.

Требование 67. Службы аварийного реагирования на площадке

На площадке АЭС имеются необходимые средства аварийного реагирования. При их проектировании предусматривается, что персонал сможет выполнять возложенные на него задачи по управлению аварийной ситуацией в условиях, сложившихся в ходе аварии и под воздействием опасностей.

6.42. Информация о важных параметрах станции и радиологической обстановке на данной АЭС и в непосредственной близости от нее поступает в соответствующие службы аварийного реагирования²³. Каждая служба оснащена средствами связи с помещением щита управления, помещением дополнительного щита управления и другими важными объектами на станции в зависимости от ситуации, а также с организациями аварийного реагирования на площадке и за ее пределами.

СИСТЕМА АВАРИЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Требование 68. Проект, способный выдержать потерю внешнего электроснабжения

В проект АЭС должна быть включена система аварийного электроснабжения, способная обеспечить необходимое электроснабжение при наступлении ожидаемых при эксплуатации событий и в условиях проектной аварии в случае потери внешнего электроснабжения. В проект должен быть включен резервный

²³ Службы аварийного реагирования описаны в публикации «Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency» («Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации») (IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7) [11]. На АЭС службы аварийного реагирования (которые находятся отдельно от помещения щита управления и помещения дополнительного щита управления) включают центр научно-технической поддержки, центр операционной поддержки и аварийно-технический центр.

источник энергопитания для выработки необходимой энергии в условиях запроектной аварии.

6.43. Спецификации проекта в отношении аварийного электроснабжения и резервного источника энергопитания включают требования по производительности, готовности, длительности требуемого энергоснабжения, его мощности и непрерывности.

6.44. Характеристики надежности и тип средств по обеспечению аварийного электроснабжения (такие, как гидро, паровые или газовые турбины, дизели или аккумуляторные батареи) в совокупности соответствуют всем требованиям обслуживаемых систем безопасности, и предусматривается возможность проверки и испытания их функциональных возможностей.

6.44А. Резервный источник энергопитания способен вырабатывать необходимую энергию для сохранения целостности системы теплоносителя реактора и не допускать нанесения значительного ущерба активной зоне и отработавшему топливу в случае потери внешнего электроснабжения в сочетании с отказом системы аварийного электроснабжения.

6.44В. Оборудование, которое требуется для смягчения последствий аварии с расплавом активной зоны, способно запитываться от любого имеющегося источника энергопитания.

6.44С. Резервный источник энергопитания является независимым и физически отделен от системы аварийного электроснабжения. Время работы резервного источника энергопитания в подключенном состоянии соответствует времени разрядки аккумуляторной батареи.

6.44D. В случае потери источников переменного тока поддерживается непрерывность подачи электропитания для контроля ключевых параметров станции и для выполнения кратковременных действий, необходимых для целей безопасности.

6.45. Проектная основа любого дизеля или иного первичного двигателя²⁴, который обеспечивает аварийное электроснабжение важных для безопасности элементов, включает:

- a) способность сопутствующих систем хранения и подачи мазута удовлетворять потребности в течение установленного периода времени;
- b) способность первичного двигателя успешно запускаться и функционировать при всех установленных условиях и в требуемые сроки;
- c) вспомогательные системы первичного двигателя, такие как системы охлаждения.

6.45А. В проект должны также включаться средства, позволяющие безопасно использовать временное оборудование для восстановления необходимого электроснабжения²⁵.

ОБСЛУЖИВАЮЩИЕ СИСТЕМЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Требование 69. Характеристики обслуживающих систем и вспомогательных систем

Обслуживающие системы и вспомогательные системы должны проектироваться с таким расчетом, чтобы характеристики этих систем соответствовали значимости обслуживаемых ими систем или элементов с точки зрения безопасности на АЭС.

Требование 70. Системы теплопереноса

По мере целесообразности должны быть предусмотрены вспомогательные системы для удаления тепла от систем и элементов АЭС, которые должны функционировать в эксплуатационных состояниях и аварийных условиях.

²⁴ Первичный двигатель – это элемент (такой как мотор, соленоидный привод или пневматический привод), который преобразует энергию в движение, когда приводится в действие исполнительным устройством.

²⁵ Временное оборудование не обязательно хранить на площадке.

6.46. Системы теплопереноса должны проектироваться с таким расчетом, чтобы обеспечить возможность изоляции тех частей систем, которые не являются особо важными.

Требование 71. Системы отбора технологических и послеаварийных проб

Должны быть предусмотрены системы отбора технологических проб и системы отбора послеаварийных проб для своевременного определения концентрации отдельных радионуклидов в технологических системах, содержащих жидкость, и в пробах воздуха и жидкости, отбираемых из систем или окружающей среды во всех эксплуатационных состояниях и аварийных условиях на АЭС.

6.47. На АЭС должны быть предусмотрены надлежащие средства для контроля работы жидкостных систем станции, которые потенциально подвержены значительному загрязнению, и для отбора технологических проб.

Требование 72. Системы сжатого воздуха

В проектных основах любой системы сжатого воздуха, которая обслуживает узел АЭС, важный для безопасности, должны быть указаны качество, уровень расхода и уровень чистоты подаваемого воздуха.

Требование 73. Системы кондиционирования воздуха и системы вентиляции

Системы кондиционирования воздуха, нагрева воздуха, охлаждения воздуха и вентиляции должны быть предусмотрены по мере целесообразности во вспомогательных помещениях или на прочих участках АЭС в целях поддержания требуемых внешних условий для систем и элементов, важных для безопасности, во всех состояниях станции.

6.48. На АЭС должны быть предусмотрены обладающие надлежащей мощностью по очистке воздуха системы вентиляции зданий для:

- a) предотвращения неприемлемого рассеяния аэрозольных радиоактивных веществ в пределах станции;

- b) снижения концентрации аэрозольных радиоактивных веществ до уровней, учитывающих необходимость доступа персонала на данный участок;
- c) удерживания уровней аэрозольных радиоактивных веществ на станции ниже разрешенных пределов и в разумно достижимых низких пределах;
- d) вентиляции помещений, содержащих инертные или вредные газы, без ухудшения возможности осуществления контроля радиоактивных эфлюентов;
- e) контроля газообразных радиоактивных выбросов в окружающую среду на уровне ниже разрешенных пределов по сбросам и их удержания на разумно достижимом низком уровне.

6.49. На участках станции с более высоким загрязнением должна поддерживаться отрицательная разность давлений (частичный вакуум) по сравнению с участками с меньшим уровнем загрязнения и прочими доступными участками.

Требование 74. Системы противопожарной защиты

На всех участках АЭС должны быть предусмотрены системы противопожарной защиты, включая системы пожарообнаружения и системы пожаротушения, барьеры для локализации пожара и дымозащитные системы, при этом должны быть надлежащим образом учтены результаты анализа пожароопасности.

6.50. Системы противопожарной защиты, установленные на АЭС, должны обеспечивать возможность безопасного применения при возникновении постулированных пожаров различных типов.

6.51. В надлежащих случаях должна предусматриваться возможность автоматического срабатывания систем пожаротушения. Системы пожаротушения должны быть спроектированы и расположены с таким расчетом, чтобы их разрыв или ложное или случайное срабатывание не оказывали существенного влияния на возможности узлов, важных для безопасности.

6.52. Системы пожарообнаружения должны быть спроектированы с таким расчетом, чтобы оперативно обеспечивать эксплуатационный персонал информацией о месте нахождения и распространении любых начавшихся пожаров.

6.53. Системы пожарообнаружения и системы пожаротушения, которые необходимы для защиты от возможного пожара после постулируемого исходного события, должны удовлетворять соответствующим требованиям по устойчивости к последствиям постулируемого исходного события.

6.54. Везде, где это представляется практически возможным на станции, особенно в таких местах, как защитная оболочка и помещение щита управления, должны использоваться негорючие или огнеупорные и термостойкие материалы.

Требование 75. Системы освещения

На всех эксплуатационных участках АЭС должно быть предусмотрено надлежащее освещение во всех эксплуатационных состояниях и аварийных условиях.

Требование 76. Грузоподъемное оборудование

На АЭС для подъема и спуска узлов, важных для безопасности, а также для подъема и спуска других узлов вблизи узлов, важных для безопасности, должно быть предусмотрено грузоподъемное оборудование.

6.55. Грузоподъемное оборудование должно быть спроектировано с таким расчетом, чтобы:

- a) были приняты меры по недопущению подъема чрезмерно тяжелых грузов;
- b) при проектировании применялись консервативные методы, призванные предотвратить любое незапланированное падение грузов, которое может повлиять на узлы, важные для безопасности;
- c) планировка станции обеспечивала возможность безопасного передвижения грузоподъемного оборудования и перевозимых узлов;
- d) такое оборудование могло применяться только в определенных состояниях станции (посредством предохранительных блокировок на кране);
- e) такое оборудование, используемое на участках, где расположены узлы, важные для безопасности, удовлетворяло требованиям сейсмической безопасности.

ПРОЧИЕ СИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

Требование 77. Система подачи пара, система подачи питательной воды и турбогенераторы

Система подачи пара, система подачи питательной воды и турбогенераторы для АЭС должны проектироваться с таким расчетом, чтобы не допускать превышения надлежащих проектных пределов для корпуса, несущего давление теплоносителя реактора, в эксплуатационных состояниях или аварийных условиях.

6.56. Проект системы подачи пара должен предусматривать наличие обладающих надлежащими параметрами и должным образом аттестованных паровых изолирующих клапанов, обеспечивающих запираение при определенных условиях в эксплуатационных состояниях и аварийных условиях.

6.57. Система подачи пара и системы подачи питательной воды должны обладать достаточной производительностью и должны быть спроектированы с таким расчетом, чтобы предотвращать разрастание ожидаемых при эксплуатации событий до масштабов аварийных условий.

6.58. Турбогенераторы должны быть снабжены надлежащей защитой, такой как защита от превышения частоты вращения и защита от вибрации, и должны быть приняты меры для сведения к минимуму возможных последствий воздействия летящих предметов, связанных с турбиной, на узлы, важные для безопасности.

ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ЭФФЛЮЕНТАМИ И РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Требование 78. Системы обработки и контроля отходов

На АЭС должны быть предусмотрены системы обращения с твердыми радиоактивными отходами и жидкими радиоактивными отходами, позволяющие удерживать объемы и концентрации радиоактивных выбросов ниже разрешенных пределов сбросов и на разумно достижимом низком уровне.

6.59. Должны быть предусмотрены системы и установки для обращения с радиоактивными отходами и для их безопасного хранения на площадке АЭС в течение периода времени, зависящего от возможности применения соответствующего варианта захоронения.

6.60. Проект станции должен включать надлежащие средства, облегчающие перемещение, перевозку радиоактивных отходов и манипулирование ими. Должно быть уделено внимание обеспечению доступа к установкам и возможностям для подъема и упаковки.

Требование 79. Системы обращения с эффлюентами и контроля за ними

На АЭС должны быть предусмотрены системы для обращения с жидкими и газообразными радиоактивными эффлюентами, позволяющие удерживать их объёмы ниже разрешенных пределов сбросов и на разумно достижимом низком уровне.

6.61. Обращение с жидкими и газообразными радиоактивными эффлюентами должно проводиться на станции, с тем чтобы воздействие на лиц из населения вследствие сбросов в окружающую среду находилось на разумно достижимом низком уровне.

6.62. Проект станции должен предусматривать подходящие средства для удержания жидких радиоактивных выбросов в окружающую среду на разумно достижимом низком уровне и обеспечения того, чтобы уровни радиоактивных выбросов были ниже разрешенных пределов сбросов.

6.63. Оборудование для очистки от газообразных радиоактивных веществ должно обеспечивать необходимый коэффициент удержания, с тем чтобы удерживать радиоактивные выбросы на уровне ниже разрешенных пределов по сбросам. Системы фильтрации должны быть спроектированы с таким расчетом, чтобы их эффективность можно было проверить, их производительность и функционирование можно было отслеживать на регулярной основе в течение их срока службы, а замену фильтрующего элемента можно было производить без снижения пропускной способности по воздуху.

СИСТЕМЫ МАНИПУЛИРОВАНИЯ ТОПЛИВОМ И ЕГО ХРАНЕНИЯ

Требование 80. Системы манипулирования топливом и его хранения

На АЭС должны быть предусмотрены системы манипулирования топливом и его хранения, обеспечивающие поддержание целостности и сохранение свойств топлива в любое время в ходе манипулирования топливом и его хранения.

6.64. Проект станции должен предусматривать надлежащие средства, облегчающие подъем, перемещение свежего топлива и отработавшего топлива, а также манипулирование им.

6.65. Станция должна проектироваться с таким расчетом, чтобы предотвратить любое значительное повреждение узлов, важных для безопасности, при передаче топлива или контейнеров или в случае падения топлива или контейнеров.

6.66. Системы манипулирования облученным и необлученным топливом и его хранения должны проектироваться с таким расчетом, чтобы:

- a) предотвращалось возникновение критичности с установленным запасом с помощью физических средств или посредством физических процессов и предпочтительно за счет использования геометрически безопасных конфигураций даже в условиях оптимального замедления;
- b) обеспечивалась возможность инспектирования топлива;
- c) имелась возможность проводить техническое обслуживание, периодическое инспектирование, а также проверку и испытания элементов, важных для безопасности;
- d) предотвращалось повреждение топлива;
- e) предотвращалось падение топлива при перемещении;
- f) обеспечивалась идентификация отдельных тепловыделяющих сборок;
- g) имелись надлежащие средства для выполнения соответствующих требований по радиационной защите;
- h) обеспечивалась возможность реализации надлежащих эксплуатационных процедур и системы учета и контроля ядерного топлива с целью предотвращения любой утраты ядерного топлива или утраты контроля над ним.

6.67. Кроме того, системы манипулирования облученным топливом и его хранения должны проектироваться с таким расчетом, чтобы:

- a) обеспечивался достаточный отвод тепла от топлива в эксплуатационных состояниях и аварийных условиях;
- b) предотвращалось падение топлива при перемещении;
- c) предотвращалось возникновение неприемлемых механических напряжений в твэлах или тепловыделяющих сборках;
- d) предотвращалось падение на топливо тяжелых предметов, таких как контейнеры для облученного топлива, краны или другие предметы, которое может вызвать его повреждение;
- e) имелась возможность обеспечить безопасное хранение твэлов или топливныхборок с предполагаемыми или обнаруженными повреждениями;
- f) контролировались уровни растворимого поглотителя в случае его использования для обеспечения связанной с критичностью безопасности;
- g) облегчалось проведение работ по техническому обслуживанию и будущему выводу из эксплуатации установок для хранения топлива и манипулирования им;
- h) облегчалось проведение дезактивации площадок и оборудования для манипулирования топливом и его хранения, когда это необходимо;
- i) обеспечивалось размещение с достаточным запасом всего топлива, удаленного из реактора в соответствии с предусмотренной стратегией управления активной зоной, и количества топлива, необходимого для заполнения всей активной зоны реактора;
- j) облегчались извлечение топлива из хранилища и его подготовка к перевозке за пределы площадки.

6.68. В отношении реакторов с бассейном-хранилищем топлива в проекте предусматриваются средства для предотвращения оголения находящихся в бассейне-хранилище тепловыделяющихборок во всех состояниях станции, с тем чтобы «практически исключить»²⁶ возможность возникновения условий, которые могут привести к радиоактивному выбросу на

²⁶ Возможность возникновения определенных состояний может считаться «практически исключенной» в случае отсутствия физической возможности их возникновения или в случае, если существует высокая степень уверенности в крайне малой вероятности их возникновения.

ранней стадии или крупному радиоактивному выбросу и не допускать возникновения на площадке полей высокого излучения. В проекте станции:

- a) предусматривается возможность обеспечения необходимого охлаждения топлива;
- b) обеспечиваются средства для предотвращения оголения тепловыделяющих сборок в случае утечек или повреждений трубопровода;
- c) предусматривается возможность восстановления запаса воды.

В проект должны также включаться средства, позволяющие безопасно использовать временное оборудование для обеспечения достаточного запаса воды в целях долгосрочного охлаждения отработавшего топлива и создания защитного экрана от излучений²⁷.

6.68А. В проекте предусматривается следующее:

- a) средства мониторинга и контроля температуры воды в эксплуатационных состояниях и в аварийных условиях, имеющие отношение к бассейну-хранилищу отработавшего топлива;
- b) средства мониторинга и контроля уровня воды в эксплуатационных состояниях и в аварийных условиях, имеющие отношение к бассейну-хранилищу отработавшего топлива;
- c) средства мониторинга и контроля активности в воде и воздухе в эксплуатационных состояниях и средства мониторинга активности в воде и воздухе в аварийных условиях, имеющие отношение к бассейну-хранилищу отработавшего топлива;
- d) средства мониторинга и контроля водно-химического режима в эксплуатационных состояниях.

РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

Требование 81. Проектирование радиационной защиты

Должны быть предусмотрены меры, обеспечивающие, чтобы дозы, получаемые эксплуатационным персоналом на АЭС, были ниже

²⁷ Временное оборудование не обязательно хранить на площадке.

дозовых пределов и удерживались на разумно достижимом низком уровне и чтобы учитывались соответствующие граничные дозы.

6.69. На основе всеобъемлющего подхода должны быть выявлены источники излучения на всех участках станции, а связанные с ними облучение и радиационные риски должны удерживаться на разумно достижимом низком уровне²⁸, должна поддерживаться целостность оболочки твэлов и должны контролироваться образование и перенос продуктов коррозии и продуктов активации.

6.70. Материалы, используемые для изготовления конструкций, систем и элементов, должны выбираться таким образом, чтобы активация материала сводилась к минимуму, насколько это практически возможно.

6.71. В целях радиационной защиты должны быть предусмотрены меры по предотвращению выброса или рассеивания радиоактивных веществ, радиоактивных отходов и загрязнения на станции.

6.72. Планировка станции должна проектироваться таким образом, чтобы обеспечивался надлежащий контроль доступа эксплуатационного персонала на радиационно-опасные участки и участки с возможным загрязнением и чтобы путём использования этих мер, а также с помощью систем вентиляции предотвращалось или снижалось облучение и загрязнение.

6.73. Станция должна быть разделена на зоны, исходя из ожидаемых показателей заполнения, уровней излучения и уровней загрязнения этих зон в эксплуатационных состояниях (включая перегрузку топлива, проведение технического обслуживания и инспектирование), а также потенциальных уровней излучения и уровней загрязнения в аварийных условиях. С целью предотвращения облучения или снижения его уровня должна быть предусмотрена биологическая защита.

6.74. Планировка станции должна быть такой, чтобы дозы, получаемые эксплуатационным персоналом при нормальной эксплуатации, перегрузке топлива, техническом обслуживании и инспектировании, удерживались на разумно достижимом низком уровне, при этом должна быть надлежащим

²⁸ Требования к радиационной защите и безопасности источников излучения для установок и деятельности изложены в GSR Part 3 [9].

образом учтена необходимость предоставления любого специального оборудования для выполнения этих требований.

6.75. Оборудование станции, подлежащее частому техническому обслуживанию или требующее ручного управления, должно быть расположено на участках с низкой мощностью дозы, с тем чтобы снизить облучение работников.

6.76. Должны быть предусмотрены средства дезактивации эксплуатационного персонала и оборудования станции.

Требование 82. Средства дозиметрического контроля

На АЭС должно быть предусмотрено оборудование для обеспечения надлежащего дозиметрического контроля в эксплуатационных состояниях, в условиях проектных аварий и, насколько это практически возможно, в запроектных условиях.

6.77. Должны быть предусмотрены стационарные дозиметры для определения локальной мощности дозы в тех местах станции, куда обычно имеет доступ эксплуатационный персонал и где изменения уровней излучения в эксплуатационных условиях могут быть такими, что доступ в них разрешается только в определенные периоды времени.

6.78. В пригодных для этого местах на станции должны устанавливаться стационарные дозиметры для индикации общих уровней излучения в аварийных условиях. Стационарные дозиметры должны передавать в помещение щита управления или на соответствующий пост управления информацию, достаточную для принятия эксплуатационным персоналом корректирующих мер, если таковые необходимы.

6.79. Должны быть предусмотрены стационарные мониторы для измерения активности радиоактивных веществ в воздухе на тех участках, где обычно находится эксплуатационный персонал и где существует вероятность того, что уровни активности аэрозольных радиоактивных веществ могут потребовать принятия защитных мер. В помещении щита управления или других соответствующих местах эти системы должны сигнализировать об обнаружении высокой концентрации активности радионуклидов. Мониторы также должны быть предусмотрены на участках, которые могут подвергнуться загрязнению вследствие отказа оборудования или других необычных обстоятельств.

6.80. Должны быть предусмотрены стационарное оборудование и лабораторные установки для своевременного определения концентраций отдельных радионуклидов в технологических системах, содержащих жидкость, и в пробах воздуха и жидкости, отбираемых из стационарных систем или из окружающей среды в эксплуатационных состояниях и аварийных условиях.

6.81. Должно предусматриваться стационарное оборудование для контроля радиоактивных эфлюентов и эфлюентов с возможным загрязнением до или во время сброса со станции в окружающую среду.

6.82. Должны быть предусмотрены приборы для измерения поверхностного загрязнения. На главных выездах из контролируемых зон и зон наблюдения должны быть предусмотрены стационарные мониторы (например, порталные радиационные мониторы, мониторы для проверки рук и ног) с целью облегчения дозиметрического контроля эксплуатационного персонала и оборудования.

6.83. Должны быть предусмотрены приборы для определения уровней облучения и загрязнения эксплуатационного персонала. Должны быть предусмотрены процедуры оценки и регистрации кумулятивных доз, получаемых работниками с течением времени.

6.84. Должны быть приняты меры для оценки облучения и других видов радиологического воздействия – при наличии такового – в местности, прилегающей к станции, посредством отслеживания мощности доз или концентраций активности в окружающей среде с уделением особого внимания:

- a) путям облучения людей, включая пищевые цепочки;
- b) радиологическому воздействию, если оно имеется, на местную окружающую среду;
- c) возможному образованию и накоплению радиоактивных веществ в окружающей среде;
- d) возможности существования любых несанкционированных путей радиоактивных выбросов.

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] ЕВРОПЕЙСКОЕ СООБЩЕСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, Основопологающие принципы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SF-1, МАГАТЭ, Вена (2007).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 4 (Rev.1), IAEA, Vienna (2016).
- [3] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности: терминология, используемая в области ядерной безопасности и радиационной защиты. Издание 2007 года, МАГАТЭ, Вена (2008).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation, IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/2 (Rev.1), IAEA, Vienna (2016).
- [5] МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, Глубокоэшелонированная защита в ядерной безопасности, INSAG-10, МАГАТЭ, Вена (1998).
- [6] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants, 75-INSAG-3 Rev.1, INSAG-12, IAEA, Vienna (1999).
- [7] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Maintaining the Design Integrity of Nuclear Installations throughout their Operating Life, INSAG-19, IAEA, Vienna (2003).
- [8] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Система управления для установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-R-3, МАГАТЭ, Вена (2008). (Готовится новая редакция данной публикации, которая будет выпущена как GSR Part 2.)
- [9] EUROPEAN COMMISSION, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, IAEA, Vienna (2014).

- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-3 (Rev.1), IAEA, Vienna (2016).
- [11] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, INTERPOL, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, PREPARATORY COMMISSION FOR THE COMPREHENSIVE NUCLEAR-TEST-BAN TREATY ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, UNITED NATIONS OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7, IAEA, Vienna (2015).

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Следующие ниже новые и пересмотренные определения отличаются от определений в «Глоссарии МАГАТЭ по вопросам безопасности: терминология, используемая в области ядерной безопасности и радиационной защиты», издание 2007 года, МАГАТЭ, Вена (2008): <http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/7648/IAEA-Safety-Glossary>.

Символом “**ⓘ**” обозначено информационное примечание.

безопасное состояние

safe state

Состояние станции после ожидаемого при эксплуатации события или аварийных условий, в котором реактор становится подкритическим и в течение долгого времени может обеспечиваться и оставаться стабильным выполнение фундаментальных функций безопасности.

контролируемое состояние

controlled state

Состояние станции после ожидаемого при эксплуатации события или аварийных условий, в котором может обеспечиваться выполнение фундаментальных функций безопасности и которое может сохраняться в течение периода времени, достаточного для осуществления действий по достижению безопасного состояния.

состояния станции (учитываемые в проекте)

plant states (considered in design)



аварийные условия

accident conditions

Отклонения от нормальной эксплуатации, которые являются менее частыми и более тяжелыми, чем ожидаемые при эксплуатации события.

① Аварийные условия – это проектные аварии и запроектные условия.

запроектные условия

design extension conditions

Постулируемые аварийные условия, которые не учитываются в отношении проектных аварий, но которые учитываются в процессе проектирования установки в соответствии с методологией на основе наилучших оценок и при которых выбросы радиоактивного материала удерживаются в рамках допустимых пределов.

① Запроектные условия – это условия при событиях без значительного повреждения топлива и условия в случае событий с расплавом активной зоны.

проектная авария

design basis accident

Постулируемая авария, которая приводит к возникновению аварийных условий, с учетом которых проектируется установка в соответствии с установленными проектными критериями и консервативной методологией и при которых выбросы радиоактивного материала удерживаются в рамках допустимых пределов.

средство безопасности для запроектных условий

safety feature for design extension conditions

Узел, предназначенный для выполнения функции безопасности или в котором предусмотрена функция безопасности для срабатывания в запроектных условиях.

уставки системы безопасности

safety system settings

Уставки уровней, при которых системы безопасности автоматически срабатывают в случае ожидаемых при эксплуатации событий или проектных аварий с целью предотвращения превышения пределов безопасности.

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Antalik, R.	Управление по ядерному регулированию Словацкой Республики, Словакия
Aza, Z.M.	Организация по атомной энергии Ирана, Исламская Республика Иран
Borysova, I.	Всемирная ядерная ассоциация
Buttery, N.	“Бритиш энерджи дженерейшн лимитед”, Соединенное Королевство
Carluec, B.	«АРЕВА», Франция
Cowley, J.S.	консультант
Downing, D.J.	модульный реактор с шаровыми твэлами, Южная Африка
El-Shanawany, M.	Международное агентство по атомной энергии
Englebert, B.	«Суэз-Трактебель», Бельгия
Evrard, J.M.	Институт радиационной защиты и ядерной безопасности, Франция
Fiorini, G. L.	Комиссариат по атомной энергии и альтернативным источникам энергии, Франция
Froehmel, T.	Всемирная ядерная ассоциация
Gasparini, M.	Международное агентство по атомной энергии
Ghadge, S. G.	Корпорация по ядерной энергии, Индия
Harwood, C.	Комиссия по ядерной безопасности Канады, Канада
Järvinen, M.L.	Управление радиационной и ядерной безопасности, Финляндия
Kajimoto, M.	Организация по безопасности ядерной энергетики Японии, Япония

Kurkowski, L.	ЭДФ-СЕПТЕН, Франция
Le Cann, G.	Федеральное управление по ядерному регулированию, Объединенные Арабские Эмираты
Matsumoto, T.	Организация по безопасности ядерной энергетики Японии, Япония
Mertins, M.	Gesellschaft fuer Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH (Общество по безопасности установок и реакторов), Германия
Ohshima, T.	Агентство по ядерной и промышленной безопасности, Япония
Pabarcius, R.	Литовский энергетический институт, Литва
Perez, J.R.	Управление ядерной безопасности, Франция
Semenas, R.	Государственная инспекция по безопасности атомной энергетики, Литва
Thadani, A.	Комиссия по ядерному регулированию, Соединенные Штаты Америки
Toth, C.	Международное агентство по атомной энергии
Tronea, M.	Национальная комиссия по контролю за ядерной деятельностью, Румыния
Uhrik, P.	Управление по ядерному регулированию Словацкой Республики, Словакия
Valtonen, K.	Управление по радиационной и ядерной безопасности, Финляндия
Vaughan, G.J.	Инспекторат ядерных установок, Соединенное Королевство
Wassilew, C.	Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов, Германия
Yashimura, K.	Секретариат Комиссии по ядерной безопасности, Япония

Zaiss, W.	ФОРАТОМ, Бельгия
Zemdegs, R.	«Атомик энерджи оф Кэнада лимитед», Канада
Ziakova, M.	Управление по ядерному регулированию Словацкой Республики, Словакия

Составители и рецензенты 1-й редакции

Adorjan, F.	Управление по атомной энергии Венгрии, Венгрия
Alkhafili, H.A.	Федеральное управление по ядерному регулированию, Объединенные Арабские Эмираты
Barbaud, J.-Y.	ЭДФ-СЕПТЕН, ЭНИСС ФОРАТОМ
Boyce, T.	Комиссия по ядерному регулированию, Соединенные Штаты Америки
Coman, O.	Международное агентство по атомной энергии
Delattre, D.	Международное агентство по атомной энергии
Delves, D.	Международное агентство по атомной энергии
Feron, F.	отдел атомных электростанций, Управление ядерной безопасности, Франция
Francis, J.	Управление по ядерному регулированию, Исполнительный орган по вопросам здравоохранения и безопасности, Соединенное Королевство
Gasparini, M.	Международное агентство по атомной энергии
Geupel, S.	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) (Общество по безопасности установок и реакторов) (ГРС), Германия
Haddad, J.	Международное агентство по атомной энергии
Narikumar, S.	Регулирующий орган по атомной энергии, Индия
Narwood, C.	Комиссия по ядерной безопасности Канады, Канада

Hughes, P.	Международное агентство по атомной энергии
Jarvinen, M.-L.	Управление по радиационной и ядерной безопасности, Финляндия
Kearney, M.	Международное агентство по атомной энергии
Li Bin	Национальное управление по ядерной безопасности Министерства охраны окружающей среды, Китай
Li Jingxi	Национальное управление по ядерной безопасности Министерства охраны окружающей среды, Китай
Lignini, F.M.	«АРЕВА НП», ВЯА/КОРДЕЛ
Lipar, M.	Международное агентство по атомной энергии
Lungu, S.	Международное агентство по атомной энергии
Lyons, J.	Международное агентство по атомной энергии
Mansoor, F.	Ядерный регулирующий орган Пакистана, Пакистан
Mansoux, H.	Международное агентство по атомной энергии
Marechal, M.H.	Национальная комиссия по ядерной энергии, Бразилия
Mataji Kojouri, N.	Организация по атомной энергии Ирана; Управление по ядерному регулированию Ирана, Исламская Республика Иран
Merrouche, D.	Центр ядерных исследований, Алжир
Moscrop, R.	Управление по ядерному регулированию, Исполнительный орган по вопросам здравоохранения и безопасности, Соединенное Королевство
Nakajima, T.	Организация по безопасности ядерной энергетики Японии, Япония
Nicic, A.	Международное агентство по атомной энергии

Noda, T.	Управление по ядерному регулированию, Япония
Orders, W.	Комиссия по ядерному регулированию, Соединенные Штаты Америки
Parlange, J.	Международное агентство по атомной энергии
Pauly, J.	E.ON Kernkraft GmbH, Германия
Petofi, G.	Управление по атомной энергии Венгрии, Венгрия
Poulat, B.	Международное агентство по атомной энергии
Prinja, N.K.	AMEC Power and Process Europe, ВЯА/КОРДЕЛ
Ramos, M.M.	Европейская комиссия, Брюссель
Ranguelova, V.	Международное агентство по атомной энергии
Rueffer, M.	Федеральное ведомство по радиационной защите, Германия
Sairanen, R.	Управление по радиационной и ядерной безопасности, Финляндия
Samaddar, S.	Международное агентство по атомной энергии
Scarcelli, F.	Международное агентство по атомной энергии
Stoppa, G.	Федеральное министерство охраны окружающей среды, строительства и безопасности реакторов, Германия
Svab, M.	Международное агентство по атомной энергии
Tricot, N.	Федеральное управление по ядерному регулированию, Объединенные Арабские Эмираты
Ugayama, A.	Международное агентство по атомной энергии
Uhrík, P.	Управление по ядерному регулированию Словацкой Республики, Словакия
Webster, P.	Постоянное представительство, Канада
Yllera, J.	Международное агентство по атомной энергии



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

№ 24

ЗАКАЗ В СТРАНАХ

В указанных странах платные публикации МАГАТЭ могут быть приобретены у перечисленных ниже поставщиков или в крупных книжных магазинах.

Заказы на бесплатные публикации следует направлять непосредственно в МАГАТЭ. Контактная информация приводится в конце настоящего перечня.

БЕЛЬГИЯ

Jean de Lannoy

Avenue du Roi 202, 1190 Brussels, BELGIUM

Телефон: +32 2 5384 308 • Факс: +32 2 5380 841

Эл. почта: jean.de.lannoy@euronet.be • Сайт: <http://www.jean-de-lannoy.be>

ВЕНГРИЯ

Librotrade Ltd., Book Import

Pesti ut 237. 1173 Budapest, HUNGARY

Телефон: +36 1 254-0-269 • Факс: +36 1 254-0-274

Эл. почта: books@librotrade.hu • Сайт: <http://www.librotrade.hu>

ГЕРМАНИЯ

Goethe Buchhandlung Teubig GmbH

Schweitzer Fachinformationen

Willstätterstrasse 15, 40549 Düsseldorf, GERMANY

Телефон: +49 (0) 211 49 874 015 • Факс: +49 (0) 211 49 874 28

Эл. почта: kundenbetreuung.goethe@schweitzer-online.de • Сайт: <http://www.goethebuch.de>

ИНДИЯ

Allied Publishers

1st Floor, Dubash House, 15, J.N. Heredi Marg, Ballard Estate, Mumbai 400001, INDIA

Телефон: +91 22 4212 6930/31/69 • Факс: +91 22 2261 7928

Эл. почта: alliedpl@vsnl.com • Сайт: <http://www.alliedpublishers.com>

Bookwell

3/79 Nirankari, Delhi 110009, INDIA

Телефон: +91 11 2760 1283/4536

Эл. почта: bkwell@nde.vsnl.net.in • Сайт: <http://www.bookwellindia.com>

ИТАЛИЯ

Libreria Scientifica "AEIOU"

Via Vincenzo Maria Coronelli 6, 20146 Milan, ITALY

Телефон: +39 02 48 95 45 52 • Факс: +39 02 48 95 45 48

Эл. почта: info@libreriaaeiou.eu • Сайт: <http://www.libreriaaeiou.eu>

КАНАДА

Renouf Publishing Co. Ltd.

22-1010 Polytek Street, Ottawa, ON K1J 9J1, CANADA

Телефон: +1 613 745 2665 • Факс: +1 643 745 7660

Эл. почта: order@renoufbooks.com • Сайт: <http://www.renoufbooks.com>

Bernan Associates

4501 Forbes Blvd., Suite 200, Lanham, MD 20706-4391, USA

Телефон: +1 800 865 3457 • Факс: +1 800 865 3450

Эл. почта: orders@bernan.com • Сайт: <http://www.bernan.com>

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности

107140, Москва, Малая Красносельская ул, д. 2/8, кор. 5, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Телефон: +7 499 264 00 03 • Факс: +7 499 264 28 59

Эл. почта: secnrs@secnrs.ru • Сайт: <http://www.secnrs.ru>

СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ

Bernan Associates

4501 Forbes Blvd., Suite 200, Lanham, MD 20706-4391, USA

Телефон: +1 800 865 3457 • Факс: +1 800 865 3450

Эл. почта: orders@bernan.com • Сайт: <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Co. Ltd.

812 Proctor Avenue, Ogdensburg, NY 13669-2205, USA

Телефон: +1 888 551 7470 • Факс: +1 888 551 7471

Эл. почта: orders@renoufbooks.com • Сайт: <http://www.renoufbooks.com>

ФРАНЦИЯ

Form-Edit

5 rue Janssen, PO Box 25, 75921 Paris CEDEX, FRANCE

Телефон: +33 1 42 01 49 49 • Факс: +33 1 42 01 90 90

Эл. почта: fabien.boucard@formedit.fr • Сайт: <http://www.formedit.fr>

Lavoisier SAS

14 rue de Provigny, 94236 Cachan CEDEX, FRANCE

Телефон: +33 1 47 40 67 00 • Факс: +33 1 47 40 67 02

Эл. почта: livres@lavoisier.fr • Сайт: <http://www.lavoisier.fr>

L'Appel du livre

99 rue de Charonne, 75011 Paris, FRANCE

Телефон: +33 1 43 07 43 43 • Факс: +33 1 43 07 50 80

Эл. почта: livres@appeldulivre.fr • Сайт: <http://www.appeldulivre.fr>

ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА

Suweco CZ, s.r.o.

SESTUPNÁ 153/11, 162 00 Prague 6, CZECH REPUBLIC

Телефон: +420 242 459 205 • Факс: +420 284 821 646

Эл. почта: nakup@suweco.cz • Сайт: <http://www.suweco.cz>

ЯПОНИЯ

Maruzen-Yushodo Co., Ltd.

10-10, Yotsuyasakamachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160-0002, JAPAN

Телефон: +81 3 4335 9312 • Факс: +81 3 4335 9364

Эл. почта: bookimport@maruzen.co.jp • Сайт: <http://maruzen.co.jp>

Заказы на платные и бесплатные публикации можно направлять непосредственно по адресу:

IAEA Publishing Section, Marketing and Sales Unit
International Atomic Energy Agency

Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

Телефон: +43 1 2600 22529 или 22530 • Факс: +43 1 2600 29302

Эл. почта: sales.publications@iaea.org • Сайт: <http://www.iaea.org/books>

Обеспечение безопасности с помощью международных норм

«Обязанность правительств, регулирующих органов и операторов во всем мире – обеспечивать полезное, безопасное и разумное применение ядерных материалов и источников излучения. Нормы безопасности МАГАТЭ предназначены способствовать этому, и я призываю все государства-члены пользоваться ими.»

Юкия Амано
Генеральный директор

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА
ISBN 978-92-0-409016-1
ISSN 1020-5845