

Нормы безопасности МАГАТЭ

для защиты людей и охраны окружающей среды

Программы управления авариями на атомных электростанциях

Специальное руководство по безопасности
№ SSG-54



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

www.iaea.org/ru/resursy/normy-bezopasnosti

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.

ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ
АВАРИЯМИ НА АТОМНЫХ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

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

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 № SSG-54

ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ
АВАРИЯМИ НА АТОМНЫХ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

СПЕЦИАЛЬНОЕ РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА, 2023 ГОД

УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены положениями Всемирной конвенции об авторском праве, принятой в 1952 году (Берн) и пересмотренной 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 оформляется соглашениями типа роялти. Предложения о некоммерческом воспроизведении и переводе приветствуются и рассматриваются в каждом случае в отдельности. Вопросы следует направлять в Издательскую секцию МАГАТЭ по адресу:

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)
Издательская секция
Международное агентство по атомной энергии
Венский международный центр,
а/я 100,
A1400 Вена, Австрия
Факс: +43 1 26007 22529
Тел.: +43 1 2600 22417
Эл. почта: sales.publications@iaea.org
<https://www.iaea.org/ru/publikacii>

© МАГАТЭ, 2023

Напечатано МАГАТЭ в Австрии
Январь 2023 года
STI/PUB/1834

ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЯМИ
НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ
МАГАТЭ, ВЕНА, 2023 ГОД
STI/PUB/1834
ISBN 978-92-0-432422-8 (печатный формат)
ISBN 978-92-0-432322-1 (формат pdf)
ISSN 1020-5845

ПРЕДИСЛОВИЕ

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.

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 излучения, эксплуатация ядерных установок, производство, перевозка и использование радиоактивных материалов и обращение с радиоактивными отходами, должна осуществляться в соответствии с нормами безопасности.

Ответственность за регулирование в области безопасности возлагается на 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 представляют собой 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 МАГАТЭ 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.

¹ См. также публикации в серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной 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).

Основы безопасности

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

Требования безопасности

Комплексный и согласованный свод требований безопасности устанавливает требования, которые должны выполняться с целью обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды в настоящее время и в будущем. Эти требования устанавливаются в соответствии с целями и принципами, изложенными в Основах безопасности. Если требования не выполняются, то должны приниматься меры для



РИС. 1. Долгосрочная структура Серии норм безопасности МАГАТЭ.

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 конкретно 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 представлена международная надлежащая практика, и они во все большей степени отражают наилучшую практику, помогающую пользователям достичь высокого уровня безопасности. Рекомендации, содержащиеся в руководствах по безопасности, формулируются с применением глагола «следует».

ПРИМЕНЕНИЕ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

Основными пользователями норм безопасности в государствах — членах МАГАТЭ являются 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, применяемых с целью уменьшения существующих радиационных рисков. Они могут использоваться государствами в качестве основы для национальных регулирующих положений в отношении установок и деятельности.

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

Кроме того, нормы безопасности МАГАТЭ формируют основу для услуг МАГАТЭ по рассмотрению безопасности, и они используются МАГАТЭ для повышения компетентности, включая разработку учебных планов и проведение учебных курсов.

Международные конвенции содержат требования, которые аналогичны требованиям, изложенным в нормах безопасности МАГАТЭ, и являются 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 нормы, посвященные 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, не возможно выполнять в полном объеме требования, установленные в нормах безопасности МАГАТЭ. 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 органы, отвечающие за принятие решений, должны также выносить обоснованные суждения, а также должны определять, как обеспечить оптимальный баланс между пользой от принимаемых мер или осуществляемых мероприятий и связанными с ними радиационными рисками и любыми иными негативными последствиями применения этих мер или мероприятий.

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), 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).



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

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.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ДРУГИМИ МЕЖДУНАРОДНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

При разработке норм безопасности МАГАТЭ учитываются 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 ядерной и физической безопасности термины следует понимать в соответствии с определениями, приведенными в Глоссарии МАГАТЭ по ядерной и физической безопасности (см. <https://www.iaea.org/resources/publications/iaea-nuclear-safety-and-security-glossary>). Во всех остальных случаях в издании на английском языке слова используются с написанием и значением, приведенными в последнем издании Краткого оксфордского словаря английского языка. 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, являющийся 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 не являются неотъемлемой частью основного текста. 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. Посторонний материал, публикуемый в приложениях, приводится в виде выдержек и адаптируется по мере необходимости, с тем чтобы быть в целом полезным.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	1
	Общие сведения (1.1–1.7)	1
	Цель (1.8, 1.9)	4
	Сфера применения (1.10–1.12)	4
	Структура (1.13)	5
2.	ОБЩИЕ РУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОГРАММЕ УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЯМИ	5
	Применимые требования (2.1–2.7)	5
	Концепция программы управления авариями (2.8–2.25)	8
	Основные принципы (2.26–2.41)	14
	Формы руководящих материалов по управлению авариями (2.42–2.55)	18
	Верификация и валидация программы управления авариями (2.56–2.59)	22
	Управление авариями и внешние опасности (2.60–2.64)	23
	Управление авариями на многоблочных площадках (2.65–2.76)	24
	Модернизация оборудования (2.77–2.84)	26
	Функции и обязанности (2.85–2.94)	28
	Укомплектование кадрами, квалификация, обучение и рабочие условия для управления авариями (2.95–2.116)	31
3.	РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ	36
	Технические основы (3.1–3.6)	36
	Выявление механизмов возникновения проблем (3.7–3.10)	40
	Определение уязвимых мест станции (3.11, 3.12)	41
	Определение возможностей станции (3.13–3.19)	41
	Разработка руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями (3.20–3.60)	43
	Организация процесса верификации и валидации программы управления тяжелыми авариями (3.61–3.68)	53
	Интеграция программы управления тяжелыми авариями в систему менеджмента и мероприятия по обеспечению аварийной готовности и реагирования (3.69–3.84)	55

Аппаратное обеспечение для управления тяжелыми авариями (3.85–3.90)	60
Контрольно-измерительные приборы и системы управления для управления тяжелыми авариями (3.91–3.98).	62
Проведение анализа при разработке программы управления тяжелыми авариями (3.99–3.111)	64
Обучение, тренировки и учения по управлению авариями (3.112–3.117).	67
Обновление программы управления тяжелыми авариями (3.118–3.123).	69
4. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЯМИ (4.1–4.11)	70
ДОПОЛНЕНИЕ: ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЛАСТЕЙ ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ И СМЯГЧАЮЩИХ МЕР ПРИ УПРАВЛЕНИИ АВАРИЯМИ	73
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.	77
ПРИЛОЖЕНИЕ: ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ РУКОВОДЯЩИХ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ	81
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ.	97

1. ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Настоящее руководство по безопасности подготовлено в соответствии с программой МАГАТЭ по разработке норм безопасности. Оно является пересмотренным вариантом и заменяет руководство по безопасности «Программы по управлению тяжелыми авариями на атомных электростанциях», изданного в 2014 году в качестве публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № NS-G-2.15¹. Настоящее руководство по безопасности содержит руководящие материалы по созданию программы управления тяжелыми авариями, начиная с этапа концептуальной проработки и заканчивая разработкой полного комплекта процедур и руководящих принципов.

1.2. В Глоссарии МАГАТЭ по безопасности [1] приведено следующее определение термина «управление аварией»:

«Принятие комплекса мер во время развития аварии с целью:

- a) предотвращения эскалации процесса в тяжелую стадию;
- b) смягчения последствий тяжелой аварии;
- c) достижения долгосрочного безопасного стабильного состояния»².

1.3. Поэтому управление авариями, в том числе тяжелыми, является существенно важным элементом реализации концепции глубоководной защиты [2–5]. Управление авариями дополняет эксплуатационные процедуры, которые **«разрабатываются... (для реактора и связанных с ним установок) (для условий) нормальной эксплуатации, ожидаемых при эксплуатации событий и аварийных**

¹ МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Программы по управлению тяжелыми авариями на атомных электростанциях, Серия норм МАГАТЭ по безопасности № NS-G-2.15, МАГАТЭ, Вена (2014).

² «Долгосрочное безопасное стабильное состояние» — это такое состояние станции после возникновения ожидаемого при эксплуатации события или аварийных условий, при котором реактор переведен в подкритическое состояние, а основные функции безопасности могут быть обеспечены и поддерживаться в стабильном состоянии в течение длительного времени.

условий» в соответствии с требованием 26 публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSR-2/2 (Rev. 1) «Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация» [6].

1.4. Требование 19 публикации SSR-2/2 (Rev. 1) [6] гласит, что **«Эксплуатирующая организация разрабатывает и периодически рассматривает и при необходимости пересматривает программу управления авариями»**. Как указано в пункте 5.8 публикации SSR-2/2 (Rev. 1) [6], программа управления авариями должна «[охватывать] подготовительные меры, процедуры, руководящие принципы и оборудование, необходимые для предотвращения развития аварий, в том числе большей тяжести, чем проектные аварии, и для смягчения их последствий в случае возникновения».

1.5. Программа управления авариями охватывает планы и действия, предпринимаемые для обеспечения должной подготовки персонала станции и других работников эксплуатирующей организации, на которых возложена ответственность за управление авариями, к принятию решений и реализации эффективных мер на площадке АЭС. С точки зрения людских ресурсов, оборудования и стратегии программа управления авариями должна быть соответствующим образом интегрирована в мероприятия по обеспечению аварийной готовности и реагирования, разработанными в соответствии с такими документами, как публикация Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 7 «Готовность и реагирование в случае ядерной и радиационной аварийной ситуации» [7]; публикация Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSG-2 «Критерии для использования при обеспечении готовности и реагирования в случае ядерной и радиологической аварийной ситуации» [8]; и публикация Серии норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-2.1 «Мероприятия по обеспечению готовности к ядерной или радиологической аварийной ситуации» [9].

1.6. Для восстановления соответствующего уровня безопасности при возникновении аварии на атомной электростанции используются два типа руководящих материалов по управлению авариями: аварийные эксплуатационные процедуры (АЭП) для предотвращения деградации тепловыделяющих элементов и руководящие принципы управления тяжелыми авариями (РУТА) для смягчения последствий значительной

деградации топливных стержней, когда тяжелая авария становится неизбежной³. Разработка РУТА является неотъемлемой частью программы управления тяжелыми авариями.

1.7. В зависимости от состояния станции в ходе развития аварии приоритеты действий определяются следующим образом:

- а) *область предупредительных мер при управлении аварией.* До начала повреждения топливных стержней приоритет отводится предупреждению перерастания аварии в тяжелую стадию. В этой области принимаются меры, направленные на прекращение развития аварии, вследствие которого начнется значительная деградация топливных стержней, или на отсрочку начала значительной деградации топливных стержней и сохранение основных функций безопасности;
- б) *область смягчающих мер при управлении авариями.* Когда условия работы станции указывают на то, что значительная деградация топливных стержней неизбежно произойдет или уже происходит, приоритет отводится смягчению последствий тяжелой аварии путем:
 - i) поддержания целостности еще функционирующих барьеров, удерживающих продукты деления, в частности защитной оболочки, что в зависимости от проекта станции может также включать поддержание целостности корпуса реактора⁴;
 - ii) недопущения или ограничения выхода продуктов деления в окружающую среду;
 - iii) возвращения, насколько это возможно, в долгосрочное безопасное стабильное состояние.

Характеристики области предупредительных мер и области смягчающих мер приведены в дополнении.

³ В данном руководстве по безопасности под термином «руководящие материалы по управлению авариями» понимаются как аварийные эксплуатационные процедуры (АЭП), так и руководящие принципы управления тяжелыми авариями (РУТА). Различия между АЭП и РУТА подробно описаны в пунктах 2.42–2.55.

⁴ Для реакторов CANDU равнозначной целью является поддержание целостности технологических каналов и рабочих каналов каландра.

ЦЕЛЬ

1.8. В настоящем руководстве приводятся рекомендации по разработке и реализации программы управления авариями с целью обеспечения соблюдения требований по управлению авариями, изложенных в разделах 3 и 5 публикации SSR-2/2 (Rev. 1) [6]; разделах 2 и 5 публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ SSR-2/1 (Rev. 1) «Безопасность атомных электростанций: проектирование» [3]; разделе 4 публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ GSR Part 4 (Rev. 1) «Оценка безопасности установок и деятельности» [10]; и требования 8 публикации GSR Part 7 [7], в тех пределах, в которых эти требования относятся к неизбежной или уже продолжающейся тяжелой аварии. Данные рекомендации направлены на предотвращение и смягчение последствий аварий с деградацией ядерного топлива или без нее, будь то проектные или запроектные аварии, включая аварии, вызванные внешними событиями.

1.9. Настоящее руководство по безопасности предназначено прежде всего для предприятий, эксплуатирующих атомные станции, и организаций, оказывающих им поддержку. Его могут также использовать в качестве справочного материала для разработки соответствующих требований безопасности и проведения рассмотрений и оценок национальные регулирующие органы и организации технической поддержки.

СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

1.10. В настоящем руководстве по безопасности приводятся рекомендации по разработке и реализации программы управления авариями для атомных электростанций, включая все возможные места размещения топлива, в частности реактор и бассейн выдержки отработавшего топлива. Настоящее руководство по безопасности не предназначено для предоставления информации о проектировании конструкций, систем и элементов оборудования с учетом запроектных условий, хотя возможности некоторых конструкций, систем и элементов оборудования играют ключевую роль в успешном управлении тяжелой аварией. Дополнительную информацию по данной теме можно найти в разделе 5 публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [3].

1.11. Приведенные в настоящем руководстве по безопасности рекомендации предназначены для программы управления авариями на площадке станции. В нее не включено рассмотрение всех аспектов аварийной готовности и реагирования, которым посвящена публикация GSR Part 7 [7].

1.12. Хотя рекомендации настоящего руководства по безопасности были разработаны для использования главным образом на станциях с водоохлаждаемыми реакторами, многие рекомендации носят общий характер. С должной осмотрительностью содержащиеся в настоящем руководстве рекомендации могут быть использованы для других типов ядерных установок, в том числе для исследовательских реакторов и установок ядерного топливного цикла (включая пункты хранения отработавшего ядерного топлива).

СТРУКТУРА

1.13. Настоящее руководство по безопасности состоит из четырех разделов, одного дополнения и одного приложения. Раздел 2 структурирован по темам, и в нем представлены общие рекомендации для программы управления авариями. Более развернутые и конкретные рекомендации по разработке и реализации программы управления тяжелыми авариями изложены в разделе 3. Раздел 3 построен с учетом этапов процесса разработки программы управления тяжелыми авариями. Рекомендации по выполнению РУТА изложены в разделе 4. В дополнении кратко описаны все аспекты программы управления авариями. Примеры применения РУТА в разных государствах приведены в приложении.

2. ОБЩИЕ РУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОГРАММЕ УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЯМИ

ПРИМЕНИМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1. Требование 19 публикации SSR-2/2 (Rev. 1) [6] гласит: **«Эксплуатирующая организация разрабатывает и периодически рассматривает и при необходимости пересматривает программу управления авариями»**. Далее публикация SSR-2/2 (Rev. 1) [6] гласит:

«5.8. Разрабатывается программа управления авариями, охватывающая подготовительные меры, процедуры, руководящие принципы и оборудование, необходимые для предотвращения развития аварий, в том числе большей тяжести, чем проектные аварии, и для смягчения

их последствий в случае возникновения. Программа управления авариями документируется, периодически рассматривается и при необходимости пересматривается.

.....

5.8В. Программа по управлению авариями включает инструкции по использованию имеющегося оборудования — в максимально возможной степени связанного с безопасностью оборудования, а также узлов, не важных для безопасности (например, обычного оборудования).

.....

5.8D. Программа управления авариями включает технические и административные меры, необходимые для смягчения последствий аварии.

5.8E. Программа управления авариями включает подготовку кадров, необходимых для выполнения программы».

2.2. Пункт 2.8 публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [3] гласит:

«Для достижения наивысшего реально возможного уровня безопасности в проекте атомной электростанции требуется предусматривать следующие соответствующие национальным критериям приемлемости и целям безопасности [2] меры по: ... обеспечению того, чтобы вероятность возникновения аварии с серьезными радиологическими последствиями была чрезвычайно низка, насколько это практически возможно».

2.3. Пункт 2.10 публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [3] гласит:

«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».

2.4. Пункт 2.13(4) публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [3](сноска опущена) гласит:

«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 выбросам, были "практически исключены"».

2.5. Пункт 5.6 публикации GSR Part 4 (Rev. 1) [10] требует: «Результаты оценки безопасности используются в качестве источника исходных данных для планирования мер аварийного реагирования [7] и управления авариями на площадке и за ее пределами».

2.6. Пункт 5.25 публикации GSR Part 7 [7] гласит:

«эксплуатационным персоналом должны осуществляться мероприятия по принятию смягчающих мер, в том числе с целью:

- a) предотвращения эскалации аварийной ситуации;
- b) возвращения установки в безопасное и стабильное состояние;
- c) уменьшения возможности радиоактивных выбросов или облучения и смягчения их последствий».

2.7. Пункт 5.25 публикации GSR Part 7 [7] далее гласит:

«Мероприятия должны включать аварийные эксплуатационные процедуры и руководящие материалы для эксплуатационного персонала относительно смягчающих мер в случае возникновения серьезных условий (в случае атомной электростанции, в качестве части программы управления авариями [6]) применительно ко всему диапазону постулируемых аварийных ситуаций, включая аварии, не рассмотренные в проекте, и связанные с ними условия».

КОНЦЕПЦИЯ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЯМИ

2.8. Программа управления авариями состоит из всех видов деятельности и процессов, разрабатываемых и реализуемых эксплуатирующей организацией с целью соблюдения изложенных в пунктах 2.1–2.7 требований по предотвращению и смягчению последствий аварий. Программы управления тяжелыми авариями ориентированы исключительно на смягчение последствий тяжелых аварий. Более подробные рекомендации относительно программ управления тяжелыми авариями приводятся в разделе 3 настоящего руководства по безопасности.

2.9. Программу управления авариями следует разрабатывать и внедрять с целью предотвращения тяжелых аварий и смягчения их последствий, независимо от частоты аварийных последовательностей или выбросов продуктов деления, рассматриваемых в проекте.

2.10. Программу управления авариями следует разрабатывать и поддерживать в соответствии с проектными требованиями и текущей конфигурацией станции. Программу управления авариями следует периодически рассматривать и при необходимости пересматривать с целью учета опыта эксплуатации (включая основные сделанные выводы), изменений в конфигурации станции и последних результатов соответствующих научных исследований. Например, периодическое рассмотрение программы управления авариями может проводиться в рамках периодического рассмотрения безопасности станции [11].

2.11. В программе управления авариями следует рассматривать все режимы и состояния эксплуатации и все места размещения топлива, включая бассейн выдержки отработавшего топлива, и учитывать возможные комбинации событий, которые могут привести к аварии. В программе управления авариями также следует рассматривать внешние опасности, более серьезные, чем те, которые учитывались при проектировании и были определены в результате оценки опасностей на площадке и которые могли бы привести к значительному ущербу инфраструктуре на площадке и за ее пределами, что затруднило бы выполнение действий, необходимых для предотвращения неизбежной значительной деградации топливных элементов или смягчения последствий значительной деградации топливных элементов (см. пункт 5.8 публикации SSR-2/2 (Rev. 1) [6]).

2.12. При разработке руководящих материалов по управлению авариями следует применять структурированный нисходящий подход. В рамках данного подхода работу следует начинать с определения целей (включая выявление проблем на станции и ее уязвимых мест) и стратегий с последующей разработкой мер, направленных на реализацию этих стратегий. Вместе взятые, эти стратегии и меры должны учитывать возможности станции. В конечном счете для реализации этих стратегий и мер разрабатываются процедуры и руководящие принципы. Следует обеспечивать, чтобы руководящие материалы по управлению авариями охватывали как область предупредительных мер, так и область смягчающих мер. На рис. 1 представлена иллюстрация нисходящего подхода к управлению авариями.

2.13. С учетом целей, проистекающих из оценки уязвимости, стратегии управления авариями следует разрабатывать для каждой отдельной проблемы или уязвимости станции. В этих стратегиях также следует учитывать возможности станции и понимание аварийных явлений (см. раздел 3).

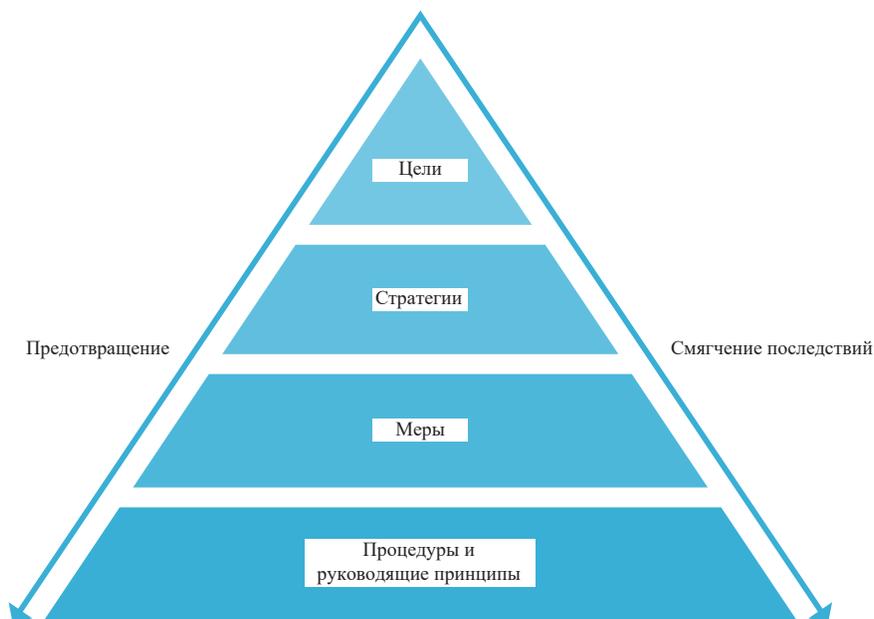


РИС. 1. Структура руководящих материалов по управлению авариями: нисходящий подход.

2.14. Следует определять, оценивать и, при необходимости, разрабатывать разнообразные стратегии достижения целей управления авариями, к которым относятся:

- a) предотвращение или задержка возникновения деградации топливных стержней;
- b) прекращение дальнейшей деградации топливных стержней, если она уже началась;
- c) поддержание целостности корпуса реактора с целью предотвращения его проплавления, особенно в условиях высокого давления;
- d) поддержание целостности защитной оболочки и предупреждение ее байпасирования: (стратегиям поддержания целостности защитной оболочки и предотвращения байпасирования отводится наивысший приоритет после перехода в область смягчающих мер);
- e) сведение к минимуму выбросов радиоактивных веществ, высвобождающихся из топлива или в других местах, если существует возможность выбросов радиоактивного материала;
- f) возвращение станции в долгосрочное безопасное стабильное состояние, в котором могут быть сохранены основные функции безопасности.

2.15. В области предупреждающих мер следует разрабатывать стратегии⁵ для сохранения основных функций безопасности, которые важны для предотвращения повреждения топлива или выброса радиоактивного материала в реакторе или в других местах размещения топлива. В области смягчающих мер следует разрабатывать стратегии, ориентированные на недопущение раннего радиоактивного выброса или крупного радиоактивного выброса. Следует разрабатывать стратегии задержки или сведения к минимуму раннего или крупного радиоактивного выброса, если возникает потребность в этих стратегиях и если они практически осуществимы.

⁵ Примером стратегии предупреждающих мер может быть «подпитка и продувка», предназначенная для снижения давления в корпусе реактора и обеспечения охлаждения активной зоны. Еще одним примером является применение нестационарного оборудования в случае продолжительного обесточивания станции, вызванного воздействием внешней опасности.

2.16. Следует определять приоритеты стратегий управления авариями с учетом состояния повреждения станции и существующих и ожидаемых угроз. При выборе приоритетов стратегий управления авариями необходимо исходить из следующего:

- a) до того, как произойдет значительная деградация топливных стержней: предотвращению повреждения топлива отводится наивысший приоритет, при этом второй приоритет отдается поддержанию или восстановлению целостности защитной оболочки;
- b) после того, как произошла значительная деградация топливных стержней: наивысшим приоритетом является поддержание целостности защитной оболочки.

2.17. При выборе приоритетных стратегий управления авариями необходимо уделять особое внимание следующему:

- a) временным рамкам и серьезности угроз для барьеров, препятствующих выбросам радиоактивного материала;
- b) наличию поддерживающих функций, а также возможности их восстановления;
- c) начальному режиму работы станции, поскольку аварии могут возникать в режимах работы, при которых отказ одного или нескольких барьеров, удерживающих продукты деления, уже произошел в начале аварии;
- d) адекватности стратегии в соответствующей области; некоторые стратегии могут применяться в области предупредительных мер и быть неуместными в области смягчающих мер ввиду изменения приоритетов. Например, охлаждение топлива может быть наивысшим приоритетом, если топливо не повреждено, а целостность защитной оболочки не нарушена, в то время как восстановление целостности защитной оболочки или ограничение выбросов продуктов деления может быть первым приоритетом в условиях, когда защитная оболочка вскрыта (например, во время останова) или повреждена (например, имеются трещины, образовавшиеся вследствие весьма значительных механических нагрузок);
- e) сложности параллельной реализации нескольких стратегий управления авариями;
- f) долгосрочным последствиям или опасениям относительно реализации стратегий управления авариями.

2.18. Если стратегии управления авариями основаны на применении нестационарного оборудования после долговременной потери всех источников энергоснабжения переменного тока, то следует принимать меры по обеспечению готовности персонала к установке и эксплуатации такого оборудования в сроки, необходимые для исключения потери основных функций безопасности с учетом возможных неблагоприятных условий на площадке. Следует предусматривать наличие таких средств обеспечения работы нестационарного оборудования, как топливо.

2.19. К реализации конкретных стратегий управления авариями следует приступать, когда определенные параметры достигают пороговых значений или когда наблюдается такое изменение значимых параметров, при котором достижение пороговых значений неизбежно. Данные параметры следует выбирать таким образом, чтобы они указывали на возникновение угроз для барьеров, удерживающих продукты деления (см. публикацию Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-2 (Rev. 1) «Deterministic Safety Analysis for Nuclear Power Plants» («Детерминистический анализ безопасности атомных электростанций») [12]).

2.20. В тех случаях, когда рассматриваются стратегии управления авариями, предполагающие их реализацию в течение определенного интервала времени, при определении такого интервала следует учитывать заложенную в стратегии неопределенность точного измерения времени, которое прошло с момента начала аварии. Однако следует проявлять осмотрительность, с тем чтобы не отказываться от потенциально полезных стратегий.

2.21. На основании стратегий управления авариями разрабатываются целесообразные и эффективные меры управления авариями с учетом имеющегося на станции оборудования. К таким мерам могут относиться стационарные модификации там, где они представляются важными для управления авариями. Действия, предпринимаемые персоналом блочного щита управления или в других местах, как правило, составляют важную часть таких мер. В ходе реальной аварии такие меры могут включать использование еще не отказавших систем и оборудования,

восстановление отказавшего оборудования и, по возможности, применение нестационарного оборудования⁶, размещенного на площадке станции или за ее пределами.

2.22. На основе стратегий управления авариями следует разрабатывать соответствующие инструкции или руководящие материалы в форме процедур (АЭП, предпочтительно используемых для предотвращения значительной деградации топливных стержней) и руководящих принципов (РУТА, предпочтительно используемых для смягчения последствий значительной деградации топлива). Существуют определенные ситуации, в которых для смягчения последствий аварии целесообразно использовать процедуры, например ситуации, в которых выполнение предупредительных мер необходимо продолжать в ходе смягчения последствий аварии, и ситуации, в которых эти процедуры необходимы для эксплуатации или подготовки конкретного оборудования.

2.23. Следует обеспечивать, чтобы руководящие материалы по управлению авариями облегчали определение приоритетов, мониторинг и выполнение действий персоналом эксплуатирующей организации в жестких условиях окружающей среды, которые могут возникнуть в ходе аварии, в том числе аварий, вызванных внешними опасностями, более серьезными, чем предусмотренные в проекте внешние события.

2.24. Следует рассматривать взаимодействие с обращением с радиоактивными отходами во время аварий, с тем чтобы обеспечивать доступ к определенным зонам для выполнения локальных действий по управлению авариями (см. публикацию Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 5 «Predisposal Management of Radioactive Waste» («Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением»)) [13]).

2.25. Взаимодействием между безопасностью и физической безопасностью следует управлять в течение всего срока службы станции и во всех ее состояниях таким образом, чтобы меры по обеспечению безопасности не осуществлялись в ущерб мерам по обеспечению физической безопасности и наоборот. В частности, на всех стадиях управления аварией следует обеспечивать в установленном порядке соблюдение мер физической ядерной безопасности (см. публикацию [14]).

⁶ «Нестационарное оборудование» — это переносное или передвижное оборудование, не подключенное постоянно к станции и размещенное на площадке станции или за ее пределами.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

2.26. Руководящие материалы по управлению авариями следует разрабатывать для всех обоснованно прогнозируемых механизмов, которые могут представлять угрозу для основных функций безопасности или барьеров, препятствующих выбросу радиоактивного материала.

2.27. Следует обеспечивать, чтобы руководящие материалы по управлению авариями были неотъемлемой частью общих противоаварийных мероприятий и чтобы они были приведены в соответствие с планом аварийных мероприятий на площадке, разработанным согласно требованиям публикаций GSR Part 7 [7], GSG-2 [8] и GS-G-2.1 [9]. В плане аварийных мероприятий на площадке следует определять сферы ответственности и порядок подотчетности за осуществление мер аварийного реагирования во время выполнения положений руководящих материалов по управлению авариями с целью сохранения или восстановления функций безопасности на протяжении всей аварии.

2.28. Руководящие материалы по управлению авариями должны быть продуманными:

- a) они должны обеспечивать согласованность действий всех работников в ходе аварии;
- b) в них следует подчеркивать необходимость использования элементов и систем, которые, скорее всего, сохраняют работоспособность в ожидаемых для них режимах эксплуатации, в том числе во время тяжелых аварий;
- c) в них следует предусматривать все возможные осуществимые меры, которые позволят либо сохранить или увеличить запас до отказа, либо выиграть время до отказа функций безопасности или барьеров, препятствующих выбросу радиоактивного материала;
- d) в них следует учитывать возможность добавления элементов, в том числе нестационарного оборудования, в том случае, когда имеющиеся на станции системы не способны обеспечить выполнение основных функций безопасности или ограничить риски для барьеров, препятствующих выбросу радиоактивного материала, в условиях, не предусмотренных в проекте;
- e) они должны учитывать условия работы станции в режимах останова, в частности, в случае временной неготовности барьера защитной оболочки или когда сложно обеспечить подачу воды для отвода остаточного тепловыделения.

2.29. В руководящих материалах по управлению авариями следует указывать, какому из имеющегося оборудования для управления авариями отдать предпочтение. Следует рассматривать возможные отказы оборудования (например, отказ контрольно-измерительных приборов или блокировку оборудования). Следует изучать альтернативные способы достижения цели с учетом возможных отказов оборудования и определять готовность альтернативного оборудования.

2.30. В руководящих материалах по управлению авариями следует указывать условия, определяющие начало использования АЭП, и условия работы станции, при которых осуществляется переход от АЭП к РУТА. Условия, определяющие начало использования АЭП и условия для перехода к РУТА должны основываться на определенных и документально зафиксированных критериях.

2.31. В руководящих материалах по управлению авариями следует рассматривать полный спектр событий, в том числе вероятные и соответствующие внутренние и внешние опасности, а также возможные осложнения в ходе их развития, которые могут возникнуть вследствие дополнительных отказов оборудования или человеческих и организационных ошибок. Следует учитывать аварийные последовательности, связанные с ненадлежащими действиями оператора (ошибки действия или бездействия), результатом которых становится повреждение активной зоны.

2.32. В руководящих материалах по управлению авариями, имеющих отношение к человеческим и организационным факторам, следует учитывать приведенные ниже соображения:

- a) действия персонала в заданных ситуационно-зависимых и неблагоприятных граничных условиях;
- b) структуру руководства и управления, включая обмен информацией и сотрудничество между задействованным персоналом.

2.33. На эксплуатирующую организацию следует возлагать полную ответственность за выполнение руководящих материалов по управлению авариями, и ей следует принимать меры по обеспечению четкого определения, распределения и координации функций различных членов организации аварийного реагирования, участвующей в управлении аварией.

2.34. При управлении авариями следует предусматривать надлежащие укомплектованность кадрами и условия работы (например, приемлемые уровни радиации, температуры, влажности, освещения и подходящие пути доступа на станцию с территорий за пределами площадки), в том числе условия, возникающие в результате воздействия внешних опасностей, более серьезных, чем те, которые учитывались при проектировании и были определены в результате оценки опасностей на площадке. Следует разрабатывать планы действий в аварийных ситуациях для обеспечения наличия альтернативного персонала с целью замещения соответствующих должностей в случае отсутствия определенных работников.

2.35. Руководящие материалы по оценке ущерба станции должны быть частью программы управления авариями, и их следует разрабатывать таким образом, чтобы проблемы для основных функций безопасности или барьеров, удерживающих продукты деления, решались до возникновения любых значительных выбросов продуктов деления. Особенно важно оценивать возможности доступа на площадку и повреждения конструкций зданий в результате воздействия внешних опасностей, более серьезных, чем те, которые учитывались при проектировании и были определены в результате оценки опасностей на площадке.

2.36. Согласно пункту 5.8С публикации SSR-2/2 (Rev. 1) [6] такие средства, применяемые в связи с аварийной ситуацией, как источники сжатого воздуха или других газов, передвижные источники электроснабжения и резервные источники водоснабжения, требуется размещать и обслуживать таким образом, чтобы обеспечивать их работоспособность и доступность в случае необходимости их применения.

2.37. Руководящие материалы по управлению авариями следует рассматривать для любых специфических проблем, обусловленных конфигурациями станции в режиме останова и крупномасштабными регламентными работами. Кроме того, в руководящих материалах по управлению авариями следует учитывать возможность повреждения топлива в активной зоне и в бассейне выдержки отработавшего топлива, а также, в надлежащих случаях, в размещенном на площадке сухом хранилище топлива. Поскольку крупномасштабные регламентные работы часто выполняются в ходе планового останова станции, следует обеспечивать, чтобы первоочередной задачей при управлении аварией была защита работников.

2.38. Руководящие материалы по управлению авариями следует разрабатывать, насколько это возможно, на основании непосредственно измеряемых параметров АЭС или данных, полученных с помощью простых расчетов, и в них также следует учитывать возможность потери или недостоверности показаний наиболее важных станционных параметров в случае оборудования, не рассчитанного на эксплуатацию в подобных аварийных условиях.

2.39. В комплект руководящих материалов по управлению авариями, включающий процедуры и руководящие принципы, следует включать проектные пределы и/или важные станционные параметры, подлежащие контролю, и эти пределы и параметры следует соотносить или привязывать к критериям запуска, приостановки или прекращения работы различных систем. При разработке руководящих материалов по управлению авариями следует учитывать время, которое требуется для получения достаточной информации, важной для управления аварией.

2.40. Особое внимание следует уделять ситуациям, в которых контрольно-измерительные приборы вышли из строя или дают неверные показания вследствие потери электроснабжения или жестких условий окружающей среды. В таких случаях следует предусматривать механизмы для принятия надлежащим образом обоснованных решений. При отсутствии результатов измерений следует выполнять оценку параметров с помощью простых расчетов (например, с использованием таблиц параметров пара) и/или предварительно рассчитанных графиков.

2.41. Следует обеспечивать эффективность руководящих материалов по управлению авариями в отношении действий, которые ограничены во времени (например, сброса давления в главном циркуляционном контуре, отключения системы аварийного сброса среды из защитной оболочки).

ФОРМЫ РУКОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ АВАРИЯМИ

Руководящие материалы по управлению авариями в области предупредительных мер (до значительной деградации топливных стержней)

2.42. В случае аварий без значительной деградации топлива руководящие материалы по управлению авариями следует излагать в форме процедур предписывающего характера, обычно называемых аварийными эксплуатационными процедурами (АЭП). В АЭП, как правило, рассматриваются проектные аварии⁷. При необходимости АЭП могут дополняться другими руководящими материалами. На рисунке в дополнении показана взаимосвязь между типом используемых руководящих материалов по управлению авариями, состоянием тепловыделяющих элементов и состоянием станции.

2.43. Дальнейшая информация о цели, сфере применения, разработке и выполнении АЭП приведена в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № NS-G-2.2 «Пределы и условия для эксплуатации и эксплуатационные процедуры для атомных электростанций» [15] и в публикации [16].

Руководящие материалы по управлению авариями в области смягчающих мер (когда значительная деградация топливных стержней неизбежна или уже началась)

2.44. В ситуациях, когда значительная деградация топливных стержней неизбежна или уже началась, могут существовать большие неопределенности в отношении состояния станции, готовности систем, а также временных рамок и результатов выполнения действий. Поэтому в руководящих материалах по смягчению последствий значительной деградации топливных стержней, обычно называемых РУТА, следует проводить различие между тем, что может носить предписывающий характер (поскольку польза предписываемых действий не ставится под сомнение, например, сброс давления в системе теплоносителя реактора в случае реакторов с водой под давлением), и тем, что не может носить

⁷ На некоторых станциях АЭП используются также в области смягчающих мер, особенно на ранней стадии тяжелой аварии, в отношении действий, инициируемых с блочного щита управления до того, как начнет действовать центр технической поддержки.

предписывающего характера. В последнем случае в руководящие материалы следует включать ряд возможных действий по смягчению последствий, и они должны допускать дополнительную оценку и альтернативные действия.

2.45. В руководящие материалы по смягчению последствий значительной деградации топливных стержней следует включать описание возможных положительных и отрицательных последствий предлагаемых действий, в том числе количественные данные в случае их наличия и актуальности; эти материалы должны быть простыми, ясными и недвусмысленными; и они должны содержать информацию для персонала станции и поддерживающих организаций, достаточную для принятия своевременного решения относительно действий, выполняемых в ходе развития тяжелой аварии.

2.46. Руководящие материалы по смягчению последствий значительной деградации топливных стержней следует представлять в соответствующем формате, например, в форме руководящих принципов, руководств пользователя, справочников или процедур. В настоящем руководстве по безопасности термин «руководящий принцип» применяется для обозначения набора стратегий и мер, которые описывают операции, подлежащие выполнению на станции, но которые все же являются менее строгими и предписывающими, чем процедуры, изложенные в АЭП. Инструкции пользователя и справочники содержат более общее описание подлежащих выполнению задач и их обоснование.

2.47. РУТА следует разрабатывать с соответствующим уровнем детализации и в формате, который обеспечивает их эффективное использование в стрессовых условиях. Форму РУТА (т.е. написаны ли они как пошаговые инструкции или предназначены для оказания помощи в принятии гибкого решения) следует рассматривать в процессе их разработки, и они должны быть однозначно понятны пользователям.

2.48. Общую форму руководящих принципов и выбранный уровень их детализации следует оценивать в процессе валидации и затем опробовать в ходе учений. На основе таких учений следует делать вывод об адекватности формы РУТА или включении в них дополнительной подробной информации. Следует обеспечивать, чтобы учения давали возможность выявлять области для улучшений.

Разработка руководящих материалов по управлению авариями для области предупредительных мер и области смягчающих мер

2.49. Руководящие материалы по управлению авариями следует составлять в заранее заданном формате, пользуясь простым и единообразным языком, а также конкретными терминами в соответствии с установленными правилами; желательно, чтобы такие правила были установлены в руководстве для разработчиков документации.

2.50. Коллективу, занимающемуся разработкой руководящих материалов по управлению авариями, такому как поставщик оборудования или проектировщик станции, следует учитывать возможность нарушения структуры руководства и управления вследствие повреждения объектов инфраструктуры (например, в результате воздействия внешней опасности, более серьезной, чем опасности, которые учитывались при проектировании и были определены в результате оценки опасностей на площадке), а также следует разрабатывать соответствующие руководящие материалы, учитывающие следующее:

- a) количество затронутых аварией энергоблоков (активных зон и бассейнов выдержки отработавшего топлива);
- b) функциональные возможности средств управления и их приспособленность для нахождения персонала;
- c) повреждение основных конструкций и зданий;
- d) наличие источников энергоснабжения переменного и постоянного тока, требуемых для эксплуатации систем станции;
- e) доступ к основным зданиям и оборудованию;
- f) наличие эксплуатационного персонала и персонала на площадке для выполнения процедур и руководящих принципов;
- g) возможности выполнения действий нелицензированным персоналом, как правило, вспомогательным оператором;
- h) наличие других щитов управления на площадке и персонала в отдельных зданиях;
- i) возможности коммуникации в пределах станционной аварийной структуры руководства и управления и с внешними организациями.

2.51. В некоторых ситуациях задействование механизмов руководства реагированием может оказаться невозможным ввиду, например, утраты структуры руководства и управления вследствие выхода блочного щита управления из строя или ограничения возможности создания организации аварийного реагирования на площадке. Следует разрабатывать

вспомогательные процедуры или руководящие принципы по использованию контрольно-измерительных приборов и оборудования для преодоления таких условий. В руководящие материалы по управлению авариями следует включать условия для применения таких вспомогательных процедур или руководящих принципов.

2.52. Система менеджмента эксплуатирующей организации должна обеспечивать, чтобы изменения на станции, включая модификации и изменения, вносимые в эксплуатационные процедуры и программы обучения персонала, не оказывали неблагоприятного влияния на руководящие материалы по управлению авариями.

2.53. Следует обеспечивать, чтобы процедуры и руководящие принципы, разрабатываемые для управления авариями, сопровождалась соответствующей справочной документацией (иногда называемой «документацией по техническому обоснованию»). В этой документации следует формулировать и объяснять логическую целесообразность различных разделов руководящих материалов по управлению авариями, и в ней, в случае необходимости, должно содержаться разъяснение каждого этапа. Справочная документация не заменяет собой руководящие материалы по управлению авариями. Следует обеспечивать доступность справочной документации всему персоналу, участвующему в оценке и принятии решений.

2.54. Потенциальные изменения в АЭП или РУТА следует сначала вносить в соответствующую справочную документацию, с тем чтобы обеспечить тщательную оценку этих изменений. Обновленную справочную документацию, АЭП и РУТА следует предоставлять эксплуатирующей организации одновременно для валидации и обучения персонала.

2.55. Следует обеспечивать постоянное наличие печатных экземпляров АЭП и РУТА во всех местах проведения оценки и принятия решений, таких как блочный и резервный щиты управления и центр технической поддержки, с тем чтобы в случае необходимости их можно было использовать, в частности, в условиях полного обесточивания станции. Следует также обеспечивать наличие печатных экземпляров во всех местах, используемых в качестве резервных в случае аварий, вызванных внешними опасностями, более серьезными, чем те, которые учитывались при проектировании и были определены в результате оценки опасностей на площадке.

ВЕРИФИКАЦИЯ И ВАЛИДАЦИЯ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЯМИ

2.56. В ходе верификации и валидации следует, насколько возможно, оценивать техническую точность и адекватность руководящих материалов по управлению авариями, а также способность персонала выполнять требования этих руководящих материалов и обеспечивать их реализацию. В процессе верификации следует подтверждать совместимость руководящих материалов с упоминаемым в них оборудованием, средствами поддержки пользователей и материальным обеспечением (например, нестационарным оборудованием, публикуемыми инструкциями по выполнению операций, вычислительными средствами) (см. публикацию [17]). В процессе валидации следует продемонстрировать наличие необходимых инструкций для выполнения соответствующих руководящих материалов.

2.57. К валидации руководящих материалов по управлению авариями следует привлекать работников, которые не участвовали в их разработке. Разработчикам и составителям руководящих материалов по управлению авариями на конкретной станции следует подготавливать соответствующие тесты и сценарии для валидации, и при этом может быть полезным их участие в процессе валидации в качестве наблюдателей (см. публикацию [18]).

2.58. Следует документировать результаты и выводы процессов верификации и валидации, включая рассмотрение положительных и отрицательных последствий действий. Эту информацию следует использовать для предоставления разработчикам процедур и руководящих принципов рекомендаций относительно внесения в них необходимых изменений до того, как данные документы будут введены в действие руководством эксплуатирующей организации. Такую документацию следует надлежащим образом сохранять с целью обеспечения возможности повторной валидации в будущем.

2.59. Следует подготавливать руководящие материалы по проведению испытаний стационарного и нестационарного оборудования, а также испытаний любых комплектных подсистем, необходимых для обеспечения плановой эффективности работы этого оборудования. Следует придерживаться периодичности и типов испытаний в соответствии с рекомендациями изготовителя. В ходе испытаний следует уделять внимание необходимым действиям на местах, нештатным ситуациям, правильности подключения нестационарного оборудования к оборудованию станции, аспектам доступа на площадку, действиям за пределами площадки,

аварийному освещению и возможности возникновения событий, оказывающих воздействие на несколько энергоблоков, а также, в соответствующих случаях, на время, необходимое для выполнения данных действий. Следует разрабатывать руководящие материалы по управлению авариями для регламентных работ и периодических испытаний, направленных на обеспечение надлежащего функционирования оборудования, и в таких документах может быть указана необходимость проведения обходов на станции.

УПРАВЛЕНИЕ АВАРИЯМИ И ВНЕШНИЕ ОПАСНОСТИ

2.60. В программе управления авариями следует учитывать внешние опасности, уровень тяжести которых превышает установленную при оценке площадки магнитуду или ее эквивалент, а среднегодовая частота возникновения которых превышает вероятность возникновения аварий, установленную в проекте для станции⁸ (см. публикацию Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSR-1 «Site Evaluation for Nuclear Installations» («Оценка площадок для ядерных установок») [19]).

2.61. В руководящих материалах по управлению авариями также следует учитывать, что в случае внешних опасностей, более серьезных, чем те, которые учитывались при проектировании и были определены в результате оценки опасностей на площадке, может быть нанесен значительный ущерб инфраструктуре, так что ресурсы за пределами площадки окажутся недоступны; примерами таких внешних ресурсов являются людские ресурсы; средства связи; источники электроснабжения; транспортные средства; и наличие запасных частей, смазочных материалов, сжатого воздуха, воды и топлива.

2.62. В руководящих материалах по управлению авариями следует учитывать необходимость расчистки территории от завалов вследствие воздействия внешних опасностей, более серьезных, чем те, которые учитывались при проектировании и были определены в результате оценки опасностей на площадке, а также следует учитывать возможность проведения таких работ при неблагоприятных погодных условиях. Например, может понадобиться тяжелая техника.

⁸ Например, в некоторых государствах при расчете принимают среднегодовую частоту, которая по меньшей мере на один порядок величины выше, чем вероятность аварий, предусмотренных в проекте.

2.63. По мере возможности нестационарное оборудование следует размещать в разных местах во избежание отказов по общей причине вследствие действия таких внешних опасностей, как землетрясения и цунами.

2.64. Следует рассмотреть возможность обеспечения нескольких точек подключения нестационарного оборудования с целью упрощения его применения в ходе аварии, вызванной внешними опасностями, с должным учетом преимуществ и потенциально негативных последствий этого.

УПРАВЛЕНИЕ АВАРИЯМИ НА МНОГООБЛОЧНЫХ ПЛОЩАДКАХ

2.65. В случае площадки многоблочной атомной электростанции в программе управления авариями необходимо, в соответствии с пунктом 5.8А публикации SSR-2/2 (Rev. 1) [6], учитывать аварии, затрагивающие одновременно несколько энергоблоков.

2.66. В руководящие материалы по управлению авариями следует включать оборудование и вспомогательные процедуры, необходимые для реагирования на аварии с потенциалом распространения на несколько энергоблоков на одной площадке, которые могут продолжаться в течение длительного периода времени. Следует обеспечивать наличие у персонала надлежащих навыков применения такого оборудования и выполнения вспомогательных процедур и разрабатывать планы укомплектования персоналом для противоаварийного реагирования на многоблочных площадках.

2.67. Некоторые события, и особенно природные опасности, могут приводить к аналогичным проблемам на всех находящихся на площадке энергоблоках. Поэтому при планировании укомплектования персоналом следует предусматривать ситуации, в которых аварией одновременно затронуты несколько находящихся на одной площадке энергоблоков и в которых часть стационарного персонала временно или постоянно лишена возможности выполнять свои функции.

2.68. В случае многоблочных площадок с совместно используемыми несколькими энергоблоками и влияющими на безопасность системами или оборудованием в руководящих материалах по управлению авариями следует предусматривать возможность дальнейшего использования

энергблока, не затронутого аварией. Следует заранее устанавливать критерии для принятия решения о том, следует ли в случае тяжелой аварии останавливать работающие энергблоки, размещенные на одной площадке.

2.69. Согласно требованию 33 публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [3] **«Каждый энергблок многоблочной атомной электростанции имеет свои собственные системы безопасности и свои собственные средства безопасности для запроектных условий»**. Для дальнейшего повышения безопасности при проектировании управления авариями необходимо предусматривать средства, позволяющие обеспечивать соединения между энергблоками многоблочной атомной электростанции (см. пункт 5.63 публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [3]). К тому же, на старых станциях действительно встречаются вспомогательные системы совместного использования. Для обеспечения надлежащей производительности совместно используемых систем особое внимание следует уделять определению потенциального воздействия на любое оборудование или системы, которые могут совместно использоваться несколькими энергблоками.

2.70. Для случаев, когда аварии, в том числе более тяжелые, чем проектные аварии, происходят одновременно на нескольких энергблоках, следует проводить оценку эффективности оборудования и средств аварийного реагирования (например, блочного щита управления, центра технической поддержки), совместно используемых разными энергблоками.

2.71. Если используемые при управлении тяжелыми авариями конструкции, системы и элементы совместно используются разными энергблоками, следует провести анализ и определить возможность безопасного останова других энергблоков в случае аварии на одном энергблоке.

2.72. Когда другие энергблоки расположены на соседней площадке в непосредственной близости к площадке, на которой произошла тяжелая авария, следует предусмотреть обмен информацией с эксплуатирующими организациями этих соседствующих энергблоков. Такой обмен информацией поможет установить, могут ли ожидаемые мощности дозы и другие условия окружающей среды, ставшие результатом распространения радиоактивного материала с площадки, на которой произошла авария, повлиять на доступ к энергблокам на соседней площадке.

2.73. В руководящих материалах по управлению авариями следует рассматривать возможность параллельного влияния одновременно происходящих аварий на более чем один энергоблок или на все энергоблоки, включая возможность распространения повреждения с одного энергоблока на другой или повреждения одного энергоблока вследствие выполнения действий на другом.

Аппаратные средства для управления тяжелыми авариями на многоблочных площадках

2.74. При установке оборудования (как стационарного, так и нестационарного) для управления тяжелыми авариями следует учитывать возможность одновременного возникновения тяжелых аварий более чем на одном энергоблоке.

2.75. В случае действующих станций использование общей для нескольких энергоблоков системы вентиляции защитной оболочки не должно оказывать негативного воздействия на другие энергоблоки на площадке.

2.76. Персоналу на площадке следует рассматривать возможность совместного использования энергоблоками любого доступного и переподаваемого оборудования во время тяжелых аварий на нескольких энергоблоках.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

2.77. Следует выявлять узлы, важные для безопасности, при управлении авариями и проводить их оценку с целью обеспечения выполнения ими ожидаемых функций. Если это необходимо или имеет практическую значимость для повышения безопасности станции, следует модернизировать действующее оборудование или контрольно-измерительные приборы или устанавливать новое оборудование или контрольно-измерительные приборы.

2.78. При модернизации оборудования следует расставлять приоритеты согласно его значимости для безопасности.

2.79. Пункт 5.37 публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [3] гласит:

«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».

Когда в рамках управления авариями рассматривается дополнительное оборудование или модернизация существующего оборудования или контрольно-измерительных приборов, следует сформулировать соответствующие требования к проекту, так чтобы была обеспечена разумная уверенность⁹ в том, что данное оборудование будет выполнять ожидаемые функции при аварии, включая аварии, вызванные воздействием внешних опасностей, более серьезных, чем те, которые были учтены при проектировании и определены в результате оценки опасностей на площадке. Работоспособность рассматриваемого оборудования или контрольно-измерительных приборов в ожидаемых условиях окружающей среды следует подтверждать либо путем аттестации оборудования, либо иным методом оценки¹⁰.

2.80. Если требуется модернизация существующего оборудования или контрольно-измерительных приборов или же возникает потребность использования оборудования за рамками его ранее рассмотренного проектного диапазона, следует соответствующим образом обновить руководящие материалы по управлению авариями для использования такого оборудования.

2.81. Новое оборудование, необходимое для управления авариями, следует проектировать с учетом прогнозируемых аварийных условий и условий окружающей среды, возникающих в результате воздействия внутренних и внешних опасностей, соразмеряемых с ожидаемой функцией, выполняемой оборудованием.

⁹ Разумная уверенность в том, что существует некий количественно измеряемый положительный запас до отказа оборудования, который может быть получен путем оценки на основе имеющейся информации из различных источников либо дополнительных испытаний или анализа.

¹⁰ Говоря о такой оценке, часто имеют в виду оценку «выживаемости» оборудования или контрольно-измерительных приборов.

2.82. Оборудование, которое предполагается использовать для управления авариями, будь то стационарное или нестационарное оборудование, хранящееся на площадке или за ее пределами, следует защищать от постулируемых опасных условий, включая внутренние и внешние опасности. В случае нестационарного оборудования, такого как портативное или мобильное оборудование, следует убедиться, что это оборудование может быть перемещено из места его хранения к месту выполнения его основной функции по управлению аварией и что в условиях, существующих во время аварии и в течение необходимого периода времени, могут быть обеспечены необходимые соединения.

2.83. Для оборудования, включая нестационарное оборудование, которое предполагается использовать при управлении авариями, следует разрабатывать процедуры технического обслуживания, испытаний и проверок в соответствии со значимостью этого оборудования для безопасности и рекомендациями изготовителя.

2.84. Следует учитывать влияние нового или модернизированного оборудования на кадровые потребности, а также на программы технического обслуживания и испытаний.

ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ

2.85. В случае аварийных ситуаций полномочия по принятию решений следует четко определять и формулировать на соответствующем уровне, соразмерном сложности задачи и потенциальным последствиям принимаемых решений. При реализации АЭП эту обязанность должен выполнять начальник смены блока блочного щита управления или другое назначенное должностное лицо в эксплуатирующей организации. Если значительная деградация топливных элементов неизбежна или уже началась, для принятия решений требуется перспективное планирование всех мер по управлению авариями и более глубокое понимание последствий решений. В некоторых государствах требуется, чтобы начальник смены блока блочного щита управления был способен выполнять действия по всем аспектам управления авариями до тех пор, пока лицо, уполномоченное осуществлять управление аварийной ситуацией, не приступит к исполнению своих обязанностей.

2.86. В принятие основных решений, которые могут оказывать значительное неблагоприятное воздействие на безопасность населения или окружающей среды, следует вовлекать, если это практически возможно, лицо (или лиц), на которое(ые) возложена юридическая ответственность за безопасность на станции.

2.87. Руководящие материалы по управлению авариями должны быть совместимы с распределением обязанностей и соответствовать другим функциям, рассматриваемым в рамках общих противоаварийных мероприятий эксплуатирующей организации на площадке и, при необходимости, на общеорганизационном уровне.

2.88. Должностные функции членов организации аварийного реагирования могут различаться в областях предотвращения и смягчения последствий, и в этом случае следует четко определять передачу ответственности и полномочий.

2.89. В аварийной ситуации должна быть доступна специализированная бригада или группа бригад (именуемая в настоящем руководстве по безопасности «персоналом центра технической поддержки») для оказания технической поддержки эксплуатационному персоналу. Сотрудники центра технической поддержки должны иметь возможность, основываясь на своих знаниях о состоянии станции, рекомендовать действия, соответствующие ситуации. Такие рекомендации следует давать после оценки потенциальных последствий рекомендуемых действий, а также возможности и последствий использования ошибочной информации. Если персонал центра технической поддержки состоит из нескольких бригад, следует оговаривать роль каждой бригады.

2.90. Критерии для инициирования деятельности центра технической поддержки должны быть однозначными и четко сформулированными в процедурах станции и в плане аварийных мероприятий на площадке. Меры по управлению авариями должны определяться и выполняться персоналом блочного щита управления до тех пор, пока центр технической поддержки не начнет свою работу (т.е. не будет присутствовать достаточное количество сотрудников, осведомленных о ситуации). В публикации GS-G-2.1 [9] рекомендуется инициировать деятельность центра технической поддержки не позднее одного часа после объявления аварийной ситуации. Дополнительная информация о передаче ответственности приведена в пункте 4.2 настоящего руководства по безопасности.

2.91. В зависимости от ситуации деятельность центра технической поддержки может быть инициирована в области предупредительных мер. В таких случаях центру технической поддержки следует оказывать техническую поддержку персоналу блочного щита управления.

2.92. Следует определять механизмы обеспечения информационного обмена между центром технической поддержки и блочным щитом управления, а также между центром технической поддержки и другими частями организации аварийного реагирования на площадке, в том числе теми, которые ответственны за выполнение аварийных планов как на площадке, так и за ее пределами. Устное общение между персоналом центра технической поддержки и персоналом блочного щита управления следует обеспечивать сотруднику центра технической поддержки, который является лицензированным оператором или специалистом, обладающим аналогичной квалификацией.

2.93. При необходимости получения внешней поддержки при управлении аварией следует рассмотреть возможность обеспечения координации и минимизации возможности негативного взаимодействия действий, предпринимаемых различными бригадами на площадке. Управление авариями следует осуществлять таким образом, чтобы все бригады были в равной степени осведомлены о ситуации.

2.94. Для площадок с многоблочными станциями план аварийных мероприятий на площадке должен включать необходимые линии взаимодействия между различными частями всей организации аварийного реагирования на площадке, отвечающими за разные энергоблоки. При необходимости можно назначить руководителей операций аварийного реагирования на каждом энергоблоке, которые будут принимать решения о необходимых действиях на конкретных энергоблоках. В этом случае следует также назначить главного руководителя операций аварийного реагирования для координации действий и приоритетов на всех затронутых аварией энергоблоках на площадке. Следует четко определять обязанности по принятию решений. Если на данной площадке присутствуют несколько эксплуатирующих организаций, следует разработать соответствующие механизмы координирования между этими эксплуатирующими организациями операций аварийного реагирования, включая меры по управлению авариями.

УКОМПЛЕКТОВАНИЕ КАДРАМИ, КВАЛИФИКАЦИЯ, ОБУЧЕНИЕ И РАБОЧИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЯМИ

Укомплектование кадрами и квалификация

2.95. Следует сформировать список лиц, которые будут участвовать в управлении авариями, и этих лиц следует назначить в качестве аварийных работников. При формировании этого списка следует учитывать аварии, развивающиеся в течение длительного периода времени, с тем чтобы на станции поддерживалась надлежащая укомплектованность смен кадрами (например, на период праздничных/выходных дней и в вечерние/ночные часы).

2.96. Для реализации мер по управлению авариями следует обеспечивать надлежащие уровни укомплектования кадрами и квалификации персонала с учетом а) вероятности одновременного возникновения аварий на всех энергоблоках и б) требований к аварийному реагированию (см. публикацию GSR Part 7 [7]). Уровни укомплектования кадрами должны быть достаточными для обеспечения первичного реагирования с целью управления авариями до того, как будет полностью активирована организация аварийного реагирования, и они должны быть такими, чтобы в период до прибытия дополнительного персонала можно было обеспечивать надлежащее реагирование.

2.97. Следует проводить надлежащее обучение сотрудников эксплуатирующей организации, ответственных за управление авариями; это обучение должно соответствовать их функциям и обязанностям.

2.98. Персонал, ответственный за реализацию мер по управлению авариями, должен пройти обучение с целью приобретения необходимых знаний, навыков и умений для выполнения своих задач. Следует подготовить комплексную учебную программу по управлению авариями, включающую вопросы взаимодействия с аварийной готовностью и реагированием.

Обучение должно представлять собой сочетание различных методик подготовки, таких как классные занятия, тренировки, кабинетные учения¹¹ и использование инструментальных средств моделирования.

2.99. Следует проводить обучение лиц, принимающих решения, с тем чтобы они понимали последствия и неопределенности, присущие их решениям. Специалисты по оценке должны гарантировать, что они понимают технические аспекты, на которых будут основываться их решения. Исполнители должны гарантировать, что они понимают те действия, которые им могут предложить выполнить.

2.100. Обучение следует разрабатывать с использованием системного подхода к обучению [20]. Это включает определение потребностей в обучении, определение целей обучения, определение технической базы учебного материала, разработку учебного материала, определение подходящего места для проведения обучения и определение критериев эффективности обучения для обеспечения обратной связи по процессу обучения.

2.101. Обучение следует разрабатывать и проводить для каждой группы на площадке и группы за пределами площадки, участвующих в управлении авариями. Обучение должно быть соразмерным задачам и обязанностям участников с учетом соответствующего технического уровня для каждой группы. Для персонала, которому поручены важнейшие функции в программе управления авариями, следует рассматривать возможность проведения углубленного обучения.

2.102. Учебный материал должен разрабатываться специалистами в соответствующей области и квалифицированными инструкторами. Специалисты могут:

- a) отвечать на вопросы, которые выходят за рамки возможностей профессиональных инструкторов;

¹¹ «Кабинетные учения» — это структурированные обсуждения, проводимые лицами, принимающими решения или осуществляющими реагирование, которые основаны на сценарии или наборе условий, представляющих потенциальную ситуацию аварийного реагирования. Цель таких учений является как образовательной, так и развивающей, поскольку непонимание, неправильное восприятие и ошибки в процедурах могут быть легко выявлены и затем исправлены.

- б) предоставлять информацию об эксплуатации полевого и локального оборудования и об эксплуатации другого оборудования, включая нестационарное оборудование, в неблагоприятных условиях.

2.103. Обучение, включая периодические учения и тренировки, должно быть достаточно реалистичным и сложным, с тем чтобы подготавливать персонал, ответственный за выполнение должностных обязанностей по управлению авариями, к тому, чтобы справляться с ситуациями, которые могут возникнуть во время события, и реагировать на них [21]. Тренировки должны продолжаться на протяжении времени, достаточного для того, чтобы реалистично представлять отклик станции, и должны обеспечивать возможность проверки передачи информации при передаче смен. Необходимо также разрабатывать специальные упражнения и учения для отработки навыков приема-сдачи смен между эксплуатационным персоналом и персоналом центра технической поддержки и навыков обмена информацией между различными бригадами. Обучение должно охватывать аварии, происходящие одновременно на более чем одном энергоблоке, аварии, происходящие в различных эксплуатационных состояниях реактора, и аварии в бассейне выдержки отработавшего топлива. При обучении следует рассматривать нетрадиционные компоновки оборудования станции, использование нестационарного оборудования (например, дизельных электрогенераторов, насосов), а также вопросы ремонта оборудования.

2.104. В учебные материалы следует включать вопросы реализации стратегий в неблагоприятных условиях окружающей среды, в том числе условия, возникающие в результате воздействия внешних опасностей с потенциально высокими уровнями радиации, а также вследствие влияния стресса на ожидаемое поведение персонала.

2.105. Обучение вновь принятого персонала, а также переподготовку имеющегося персонала следует разрабатывать для всех групп персонала, участвующих в управлении авариями. Периодичность переподготовки следует определять исходя из сложности и значимости задач по управлению авариями. Следует также определять максимальный интервал переподготовки, но в зависимости от результатов учений и тренировок, проводимых на станции, можно выбирать более короткий интервал. В программе обучения следует отражать изменения в содержании или в использовании руководящих материалов. О таких изменениях следует информировать все заинтересованные стороны.

2.106. Следует устанавливать критерии для оценки эффективности учений или тренировок. Такие критерии должны характеризовать способность бригады, участвующей в учениях или тренировке, понимать и отслеживать эволюцию состояния станции, принимать обоснованные решения в отношении различных событий (включая непредвиденные события), инициировать соответствующие действия и достигать цели учений или тренировки (см. публикацию [17]).

2.107. Следует систематически проводить оценку результатов учений и тренировок, с тем чтобы обеспечивать обратную связь с целью улучшения программы обучения и, если это допустимо, процедур и руководящих принципов, а также организационных аспектов управления авариями.

2.108. Если в эксплуатирующей организации во время аварии рассматривается вопрос о передаче полномочий по руководству действиями по управлению авариями, следует убедиться, что лицо, которому будут переданы полномочия, обладает необходимой квалификацией для эффективного исполнения таких полномочий.

2.109. Передача полномочий и ответственности во время аварийного реагирования должна происходить в такой момент времени, когда сводятся к минимуму любые риски для безопасного и эффективного осуществления мероприятий по управлению авариями и который, таким образом, является оптимальным с точки зрения управления авариями. Передача ответственности и полномочий не должна создавать «вакуума» в принятии решений или осуществлении необходимых действий. Поэтому не следует осуществлять любую официальную передачу ответственности и полномочий до тех пор, пока новое лицо, принимающее решения, не будет готово исполнять свои должностные обязанности. Механизмы передачи ответственности и полномочий должны соответствовать процедурам, предусмотренным в плане аварийных мероприятий на площадке.

Рабочие условия

2.110. Необходимо обеспечивать разумную уверенность в том, что центр технической поддержки на площадке (или центр аварийного реагирования) будет работоспособным и пригодным для обитания в диапазоне постулируемых опасных условий, включая внешние опасности, более серьезные, чем те, которые учитывались при проектировании и были определены в результате оценки опасностей на площадке.

2.111. Необходимо обеспечивать приемлемые условия обитания для персонала станции и персонала служб внешней поддержки в ситуациях, когда площадка частично или полностью изолирована от постоянной внешней поддержки.

2.112. Следует вести документы приема-сдачи смен, с тем чтобы обеспечивать непрерывность передачи информации от смены к смене. Во время приема-сдачи смен персоналу новых смен следует предоставлять информацию, связанную с аварией, а также другую информацию, которая считается необходимой для поддержания преемственности стратегий управления аварией.

2.113. Планы действий в аварийных ситуациях следует разрабатывать для указанных ниже ситуаций:

- а) ситуаций, в которых сотрудники, ответственные за управление аварией, оказались нетрудоспособны;
- б) ситуаций, в которых необходимо эвакуировать некоторых сотрудников, участвующих в управлении аварией;
- в) ситуаций, в которых внешняя поддержка не может быть оказана сразу, и персоналу блочного щита управления и центра технической поддержки потребуется продолжать реализацию мер по управлению аварией.

2.114. В рамках обеспечения общей аварийной готовности следует предусматривать мероприятия, помогающие персоналу справиться с эмоциональным стрессом, влияющим на работу во время аварийного реагирования, как в связи с обстоятельствами аварии, так и в связи с любой нерадиационной аварийной ситуацией, происходящей одновременно и затрагивающей их семьи или имущество.

2.115. В любое время на площадке следует иметь в наличии доступные для использования эффективные, надежные и разнообразные средства связи для организации коммуникации с компетентными органами за пределами площадки, а также следует разработать руководящие материалы по мерам в случае отказа некоторых или всех этих средств. В этих мероприятиях следует учитывать последствия обесточивания станции и вероятность повреждения оборудования связи вследствие воздействия внешних опасностей, более серьезных, чем те, которые учитывались при проектировании и были определены в результате оценки опасностей на площадке.

2.116. Для обеспечения связи между блочным щитом управления, центром технической поддержки и объектами за пределами площадки следует предусмотреть высоконадежную коммуникационную сеть, основанную на принципах резервирования, разнообразия и физического разделения каналов связи.

3. РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

3.1. Все общие рекомендации раздела 2 по разработке программы управления авариями также применимы к разработке программы управления тяжелыми авариями. В связи с этим рекомендации раздела 3 можно считать дополнительными к рекомендациям раздела 2.

3.2. При организации и разработке программы управления тяжелыми авариями следует выполнить шесть основных шагов:

- 1) определение механизмов возникновения рисков: следует определить механизмы, которые могут способствовать возникновению рисков для основных функций безопасности или барьеров, препятствующих выбросу радиоактивного материала;
- 2) выявление уязвимостей станции: следует выявить уязвимости станции с учетом механизмов возникновения проблем, включая одновременную потерю основных функций безопасности;
- 3) определение возможностей станции:
 - a) при возникновении проблем с основными функциями безопасности и барьерами, удерживающими продукты деления, следует учитывать возможности станции, в том числе способность задерживать развитие или смягчать такие проблемы с помощью имеющегося оборудования и имеющегося персонала;
 - b) следует рассмотреть имеющиеся или необходимые аппаратные средства для реализации стратегий управления тяжелыми авариями;

- 4) разработка руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями:
 - a) следует разработать соответствующие руководящие материалы по управлению тяжелыми авариями, в которые следует включить использование стационарного и расположенного на площадке и за пределами площадки нестационарного оборудования и контрольно-измерительных приборов, позволяющих справиться с выявленными уязвимостями;
 - b) разработка руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями должна сопровождаться соответствующим анализом. Для этой цели обычно используется анализ методом улучшенной оценки;
 - c) следует учитывать зависимости между внешними опасностями;
 - d) следует рассмотреть возможность и последствия использования ошибочной информации;
 - e) следует рассмотреть способы получения информации о состоянии станции и роль контрольно-измерительных приборов в этой процедуре, в том числе в случаях, когда информация, предоставленная контрольно-измерительными приборами, является ошибочной, а все необходимое для работы контрольно-измерительных приборов и систем управления электроснабжение отсутствует;
 - f) следует рассмотреть возможные ограничения доступа в определенные зоны для выполнения локальных действий;
 - g) следует рассмотреть вопросы взаимодействия с мерами, выполненными до любой значительной деградации топливных стержней;
 - h) следует разработать соответствующие процедуры и руководящие принципы осуществления стратегий и мер;
 - i) в стратегиях управления тяжелыми авариями следует учитывать соответствующие маловероятные события;
- 5) формирование процесса проверки и валидации для программы управления тяжелыми авариями;
- 6) интеграция программы управления тяжелыми авариями в систему менеджмента и мероприятия по обеспечению аварийной готовности и реагирования:
 - a) следует указать порядок принятия решений, а также распределения ответственности и полномочий в группах, которые будут отвечать за выполнение руководящих материалов по управлению авариями;

- b) человеческие и организационные факторы следует учитывать с использованием системного подхода к безопасности [22];
- c) следует рассмотреть системный подход к периодической оценке и обновлению руководящих материалов и обучению; в такую оценку следует включать новую информацию и результаты научных исследований явлений в ходе тяжелых аварий;
- d) следует учитывать вопросы, связанные с образованием, обучением, учениями и тренировками;
- e) следует обеспечить интеграцию программы управления тяжелыми авариями с противоаварийными мероприятиями на станции.

3.3. Следует идентифицировать и анализировать последовательности развития тяжелых аварий с использованием в сочетании инженерных оценок, детерминистических и вероятностных методов. Следует определять последовательности, для которых могут быть реализованы практические руководящие материалы по управлению тяжелыми авариями. Приемлемые руководящие материалы по управлению тяжелыми авариями должны основываться на допущениях, методах и аналитических критериях метода улучшенной оценки. В деятельности по разработке руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями следует учитывать:

- a) опыт эксплуатации, соответствующий анализ безопасности и результаты исследований безопасности;
- b) аварийные последовательности, проанализированные на основе набора критериев, нацеленных на определение того, какие проблемы, создаваемые серьезными авариями, следует учитывать при разработке программы управления тяжелыми авариями;
- c) потенциальные изменения конструкции или процедур, которые могут либо уменьшить вероятность возникновения этих проблем, либо смягчить их последствия, и решения о реализации таких изменений;
- d) возможности проекта станции, включая возможное использование:
 - i) систем за рамками их первоначально намеченной функции и ожидаемых эксплуатационных состояний, когда использование таких систем не усугубит ситуацию;
 - ii) дополнительных нестационарных систем или элементов для возвращения станции в долгосрочное безопасное, стабильное состояние или смягчения последствий тяжелой аварии при

условии, что подтвержден высокий уровень уверенности в том, что эти системы смогут функционировать в ожидаемых условиях окружающей среды;

- е) для площадок многоблочных станций — рассмотрение вопроса об использовании доступных средств и/или поддержки со стороны других энергоблоков на площадке при условии, что не будет поставлена под угрозу безопасная работа этих энергоблоков.

3.4. Разработку руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями следует поддерживать соответствующим анализом физического отклика станции. С этой целью обычно применяется анализ методом улучшенной оценки. Следует учитывать неопределенности знаний о сроках и масштабах явлений, которые могут возникать в ходе аварии. Поэтому действия по управлению тяжелыми авариями следует начинать на уровне параметров и в то время, когда это дает достаточную уверенность в том, что намеченная цель выполняемых действий будет достигнута.

3.5. Руководящие материалы по управлению тяжелыми авариями могут разрабатываться в общих чертах первоначально поставщиком оборудования или проектировщиком станции, или же другой организацией, которая надлежащим образом уполномочена эксплуатирующей организацией, а затем могут использоваться эксплуатирующей организацией для разработки системы управления тяжелыми авариями для конкретной станции. Руководящие материалы по управлению тяжелыми авариями также могут быть разработаны для конкретной станции без использования общей документации. При адаптации общих руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями к конкретным условиям станции следует уделять внимание надлежащей трактовке условий перехода от АЭП к РУТА, включая поиск дополнительных уязвимостей и стратегий по смягчению этих уязвимостей. Любые отклонения от эксплуатационных требований станции и общих руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями следует подвергать тщательному анализу, в котором рассматриваются основа и преимущества первоначально выбранного подхода, а также возможные нежелательные последствия отклонения от этого подхода.

3.6. Для обеспечения успешной разработки программы по управлению тяжелыми авариями к этой работе следует привлекать группу экспертов с достаточным объемом и уровнем знаний, включая все необходимые технические дисциплины, при поддержке старшего руководства эксплуатирующей организации.

ВЫЯВЛЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРОБЛЕМ

3.7. Выбор последовательности событий при тяжелых авариях должен быть достаточно комплексным, с тем чтобы обеспечить основу для разработки руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями для персонала станции и вспомогательного персонала в любой выявленной ситуации. Основой для выбора последовательностей событий тяжелых аварий могут послужить вероятностная оценка безопасности (ВАБ) уровня 1 и уровня 2 (см. публикацию Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-3 «Разработка и применение вероятностной оценки безопасности уровня 1 для атомных электростанций» [23] и публикацию Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-4 «Разработка и применение вероятностной оценки безопасности уровня 2 для атомных электростанций» [24]), инженерная оценка или аналогичные исследования, проведенные для других станций, а также опыт эксплуатации данной станции или других станций.

3.8. Программа управления тяжелыми авариями должна охватывать весь спектр проблем, связанных с барьерами, удерживающими продукты деления, включая те, которые возникают в результате многочисленных отказов оборудования, ошибок персонала и постулируемых опасных условий, включая внешние опасности, более серьезные, чем те, которые учитывались при проектировании и были определены в результате оценки опасностей на площадке. В программе управления тяжелыми авариями следует также учитывать возможные последующие отказы и физические явления, которые могут возникать в ходе развития тяжелой аварии. В процессе разработки следует учитывать даже очень маловероятные отказы.

3.9. Для определения полного спектра проблем, связанных с барьерами, удерживающими продукты деления, полезные данные можно получать с помощью ВАБ станции уровня 2 (или аналогичных исследований на других станциях), инженерных оценок и выводов исследований тяжелых аварий. Однако определение механизмов возникновения потенциальных проблем должно быть как можно более комплексным, с тем чтобы обеспечить основу для разработки руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями для персонала станции во всех ситуациях, даже если развитие аварии будет представлять собой весьма маловероятный путь в рамках ВАБ уровня 2.

3.10. Ввиду присущих неопределенностей, связанных с определением достоверных событий, ВАБ не следует использовать априори для исключения аварийных последовательностей из рассмотрения при разработке руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями. Если такой подход рассматривается, следует указывать предельно низкие уровни отсечки частоты, с тем чтобы не недооценивать масштабы и характер подлежащих анализу аварийных последовательностей.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЯЗВИМЫХ МЕСТ СТАНЦИИ

3.11. Следует определять уязвимые места станции в сложных условиях. Следует выяснять, каким образом развитие конкретных тяжелых аварий будет препятствовать выполнению основных функций безопасности и, если они будут утрачены и не восстановлены в указанное время, каким образом будет нарушена целостность барьеров, удерживающих продукты деления.

3.12. Следует выявлять уязвимость к постулируемым опасным условиям — в том числе внешним опасностям, более серьезным, чем те, которые учитывались при проектировании и были определены в результате оценки опасностей на площадке, — способным повлиять на использование средств безопасности для управления тяжелыми авариями как в стационарном, так и в нестационарном оборудовании. Следует исследовать, как конкретные опасности могут помешать использованию средств безопасности для управления тяжелыми авариями.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАНЦИИ

3.13. При разработке руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями следует учитывать все возможности станции, включая стационарное и нестационарное оборудование, в зависимости от ситуации. Особую осторожность следует проявлять в том случае, если в руководящих материалах по управлению тяжелыми авариями предусмотрено возможное использование некоторых систем, выходящее за рамки первоначально предназначенной им функции.

3.14. Следует определять и характеризовать все возможности станции, доступные для выполнения и поддержки основных функций безопасности станции. Это должно включать рассмотрение потребляемых на площадке ресурсов для станции, которые требуются для поддержки систем

безопасности, а также использование неспециализированных систем и нетрадиционных или альтернативных конфигураций или схем подключения нестационарного оборудования, расположенного на площадке или доставленного из-за ее пределов.

3.15. Особое внимание следует также уделять поддержанию условий, необходимых для непрерывной работы оборудования, что в итоге необходимо для предотвращения ранних или крупных радиоактивных выбросов.

3.16. Когда необходимы нетрадиционные или альтернативные конфигурации или схемы подключения, следует учитывать наличие оборудования, необходимого для облегчения установки надлежащих соединений соответствующим персоналом, и возможные ограничения санкционированного доступа к такому оборудованию.

3.17. Для того чтобы свести к минимуму время, необходимое для ввода в действие оборудования нетрадиционными способами после тяжелой аварии, и обеспечить возможность ввода его в действие с должным учетом безопасности участвующих операторов, следует заранее подготовить соответствующие инструкции по безопасному и эффективному выполнению действий путем определения совокупности этапов выполнения работ, которые были надлежащим образом рассмотрены, и определения необходимых предварительных условий (например, предварительной подготовки любых специальных инструментов или элементов).

3.18. Следует тщательно рассмотреть способность персонала станции успешно принимать нетрадиционные меры для смягчения последствий аварии при неблагоприятных условиях окружающей среды.

3.19. При определении возможностей персонала станции использовать оборудование для смягчения последствий аварии в тяжелых условиях необходимо учитывать последствия следующего:

- a) работы в зонах с высокой температурой, высоким давлением или высокой влажностью;
- b) работы в плохо освещенных или темных зонах;
- c) работы в зонах, вентилируемых переносными вентиляционными системами;
- d) работы в зонах с высоким уровнем радиации;

- е) использования нестационарных контрольно-измерительных приборов или нестационарных источников питания.

РАЗРАБОТКА РУКОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ

Стратегии управления тяжелыми авариями

3.20. На основе оценки уязвимых мест и выявленных возможностей станции, а также понимания явлений аварии следует разрабатывать стратегии управления тяжелыми авариями для каждой отдельной проблемы или уязвимого места станции.

3.21. Для случаев, когда неизбежна или уже началась значительная деградация топливных стержней, следует разрабатывать стратегии со следующими целями:

- а) поддержание целостности защитной оболочки или любого другого оставшегося защитного барьера, а также предотвращение байпасирования защитной оболочки;
- б) сведение к минимуму или задержка любых выбросов радиоактивного материала за пределы площадки;
- в) возвращение станции в долгосрочное безопасное стабильное состояние.

В той мере, в какой они не препятствуют достижению основных целей, следует рассматривать следующие промежуточные цели:

- а) прекращение процесса деградации топливных стержней;
- б) поддержание целостности корпуса реактора и других удерживающих топливо конструкций (таких как бассейн выдержки отработавшего топлива).

3.22. Стратегии управления тяжелыми авариями могут быть получены из «перечня возможных действий высокого уровня», таких как:

- а) заполнение вторичного контура парогенераторов с целью предотвращения разрушения труб парогенератора из-за ползучести;

- b) сброс давления в системе теплоносителя реактора с целью предотвращения повышения давления в корпусе реактора и прямого нагрева защитной оболочки;
- c) затопление шахты реактора с целью предотвращения или замедления отказа корпуса реактора (или облегчения распространения корнума на большую площадь в случае разрыва корпуса реактора) и последующего отказа плиты основания;
- d) смягчение воздействия горючих газов;
- e) сброс давления в защитной оболочке с целью предотвращения ее выхода из строя при воздействии избыточного давления или предотвращения выхода из строя плиты основания под воздействием высокого давления (см. публикацию [17]).

3.23. Следует проводить систематическую оценку возможных стратегий управления тяжелыми авариями с целью подтверждения их осуществимости и эффективности, определения потенциальных негативных последствий и определения приоритетов стратегий с использованием соответствующих методов. Следует учитывать неблагоприятные условия, которые могут повлиять на реализацию стратегии в ходе развития тяжелой аварии. Оценка следует документально фиксировать в соответствующем справочном документе.

3.24. Особое внимание следует уделять стратегиям управления тяжелыми авариями, которые имеют как положительные, так и отрицательные последствия, с тем чтобы обеспечивать основу для принятия решения о том, какие стратегии представляют собой надлежащее реагирование на данное состояние повреждения станции. Справочная документация в поддержку РУТА должна включать полное описание преимуществ и потенциальных негативных последствий стратегий управления тяжелыми авариями.

3.25. Для того чтобы свести к минимуму время, необходимое для ввода в действие оборудования нетрадиционными способами после тяжелой аварии, и в целях обеспечения того, что эти действия могут быть предприняты с должным учетом безопасности операторов, принимающих участие в этой процедуре, следует заранее подготавливать соответствующие инструкции путем определения совокупности этапов, которые были надлежащим образом рассмотрены, включая определение необходимых предварительных условий (например, предварительной подготовки специальных инструментов или элементов), с целью безопасного и эффективного выполнения действий.

3.26. Стратегии управления тяжелыми авариями следует также разрабатывать для ситуаций, в которых после длительной потери электроснабжения переменного тока утрачено электроснабжение постоянного тока.

3.27. Следует систематически определять устройства блокировки управляющих и логических схем станции, отключение или перезагрузка которых может потребоваться для успешной реализации стратегий управления тяжелыми авариями. Следует также проводить проверку того, что потенциально негативные последствия таких действий надлежащим образом охарактеризованы и задокументированы.

3.28. При определении и выборе стратегий, применимых к тяжелым авариям, следует учитывать потенциальную полезность поддержания стратегий, инициированных, когда еще не произошло значительной деградации топливных стержней. Например, следует поддерживать подкритичность активной зоны или обломков активной зоны и следует предусмотреть путь отвода тепла распада от активной зоны или расплавленных обломков активной зоны к конечному поглотителю тепла, если это возможно.

3.29. В долгосрочных стратегиях хранения и очистки подвергшейся радиоактивному загрязнению воды следует учитывать необходимость избегать или сводить к минимуму накопление больших количеств такой потенциально загрязненной воды.

Руководящие принципы управления тяжелыми авариями

3.30. РУТА должны быть направлены на мониторинг, сохранение или восстановление основных функций безопасности при помощи выбранных стратегий. Стратегии и меры, изложенные в пунктах 3.20–3.29 настоящего руководства по безопасности, следует преобразовывать в РУТА. РУТА должны содержать информацию и инструкции, необходимые ответственному персоналу для успешной реализации стратегий, включая использование оборудования.

3.31. РУТА следует формулировать ясно и недвусмысленно в письменной форме, с тем чтобы их можно было легко реализовывать в условиях высокого стресса и ограниченного времени. РУТА должны быть достаточно детальными, чтобы обеспечивать, что основное внимание уделяется необходимым действиям. Например, когда рекомендуется подпитка первого контура, следует определить, следует ли ее инициировать из специально

предназначенных источников (борированная вода) или из альтернативных источников (возможно, не борированная вода, а вода для пожаротушения). Кроме того, следует определить возможные схемы переключения для обеспечения подпитки, и следует разработать руководящие материалы, позволяющие конфигурировать нетиповые схемы переключения, когда они необходимы. Следует указывать, как долго будут доступны источники воды и что необходимо сделать для замены таких источников воды или их восстановления после того, как они истощатся.

3.32. РУТА следует письменно формулировать таким образом, чтобы они предоставляли достаточную свободу для отклонения от ожидаемого пути, когда это может быть необходимо или выгодно. Такая гибкость может быть необходима ввиду неопределенности состояния станции и эффективности действий или же результата действий, а также вследствие необходимости учитывать непредвиденные события и осложнения.

3.33. Если для управления тяжелой аварией необходимы немедленные и краткосрочные действия, времени для обсуждения всех возможных последствий этих действий может не хватить. В таких случаях в РУТА следует непосредственно указывать рекомендуемое действие.

3.34. Руководящие материалы по управлению тяжелыми авариями (включая процедуры и руководящие принципы) должны содержать, как минимум, следующие элементы:

- a) цели и задачи РУТА;
- b) взаимодействие с АЭП;
- c) критерии для входа в область смягчающих мер;
- d) потенциальные негативные последствия действий;
- e) руководящие материалы по мониторингу стратегий;
- f) предостережения и ограничения;
- g) необходимое оборудование и ресурсы (например, электроснабжение переменного и постоянного тока, вода);
- h) рассмотрение необходимых людских ресурсов;
- i) рассмотрение вопроса пригодности рабочих мест, на которых может потребоваться принятие локальных мер по управлению аварией;
- j) руководящие материалы по использованию диагностических инструментальных средств и вычислительных средств;
- k) временной интервал, в течение которого должны быть применены действия;
- l) формуляры локальных действий (если применимо);

- m) условия выхода из применения РУТА или прекращения их применения;
- n) руководящие материалы по оценке и контролю отклика станции, включая рассмотрение эффективности выполненных действий.

3.35. Предпочтительно, чтобы руководящие материалы по управлению тяжелыми авариями были изложены таким образом, чтобы ответственному персоналу не требовалось определять аварийную последовательность или повторять действия в рамках предварительно проанализированных аварий, с тем чтобы иметь возможность правильно реализовывать положения руководящих материалов по управлению авариями.

3.36. Состояние станции также можно определять на основе соответствующей процедуры, аварийных сигналов и показаний приборов на станции. Тем не менее следует обеспечивать, чтобы РУТА также были эффективными в случаях, когда невозможно получить диагноз состояния станции или когда он получен, но позднее было установлено, что он оказался неправильным или изменился вследствие развития аварии.

3.37. Следует хорошо понимать поведение станции во время тяжелых аварий, включая тяжелые аварии, вызванные внутренними и внешними опасностями, и следует идентифицировать явления, которые могут произойти, а также их ожидаемое распределение во времени. Временные параметры фактической аварии, как правило, отличаются от того, что ожидалось на основе аналитических расчетов, и зависят от реальных условий на станции и распределения реальных событий во времени. Лицам, принимающим решения, следует знать об этих отличиях. Следует отдавать предпочтение симптоматическому подходу к руководящим материалам по управлению тяжелыми авариями, с тем чтобы лица, принимающие решения, могли реагировать на реальные условия на станции, а не принимать решения исключительно на основе упрощенных аналитических результатов.

3.38. Если произошла значительная деградация топливных стержней, то для того, чтобы правильно использовать РУТА, не следует обязательно определять аварийную последовательность или выполнять действия согласно предварительно проанализированной аварийной последовательности. Персоналу блочного щита управления и центра технической поддержки следует уметь выявлять проблемы, связанные с барьерами, удерживающими продукты деления, и состояние повреждения станции на основе мониторинга параметров станции.

3.39. РУТА следует разрабатывать таким образом, чтобы вероятность ошибочной диагностики состояния станции сводилась к минимуму. Рекомендуется использовать резервные и разнообразные контрольно-измерительные приборы и сигналы. В случае отсутствия возможности задействовать резервное оборудование предпочтение следует отдавать использованию контрольно-измерительных приборов, которые спроектированы таким образом, чтобы выдерживать условия окружающей среды, в которых произошла авария.

3.40. Следует также определять приоритеты различных РУТА в соответствии с приоритетами лежащих в их основе стратегий. Следует устранять конфликты приоритетов в случае их возникновения. Приоритеты могут изменяться в ходе развития аварии; поэтому в РУТА следует включать рекомендации относительно рассмотрения выбора приоритетов на постоянной основе. Далее следует соответствующим образом изменять выбираемые действия.

3.41. Набор руководящих материалов по управлению авариями, которые должны быть реализованы во время тяжелых аварий, должен быть интегрированным для разработки комплексной стратегии управления тяжелыми авариями. При реализации смягчающих мер может возникнуть потребность в использовании процедур для этих мер.

3.42. Точку перехода от АЭП к РУТА следует определять с тщательным рассмотрением временных параметров и масштабов последующих проблем с барьерами, удерживающими продукты деления. Для перехода к использованию РУТА следует определять конкретные и поддающиеся измерению значения параметров, такие как измеренное значение температуры на выходе из активной зоны. Если точка перехода указана на основе условных критериев (например, если определенные запланированные действия в АЭП не оказались успешными), необходимо учитывать время, необходимое для подтверждения того, что точка перехода достигнута. Например, когда температура топлива повышается, на ожидаемое время, необходимое для определения точки перехода, будет влиять степень деградации топливных стержней.

3.43. Следует тщательно рассматривать протоколы коммуникации с различными заинтересованными сторонами, когда достигнута или пройдена точка перехода. Следует предпринимать необходимые меры для обеспечения того, чтобы все сотрудники понимали, как могут изменяться их функциональные обязанности в течение переходного периода.

3.44. При разработке процедур и руководящих принципов следует учитывать возможность перехода от АЭП к РУТА до начала работы центра технической поддержки. Такая ситуация может возникнуть, если событие быстро переросло в тяжелую аварию или если центр технической поддержки не может быть активирован в течение времени, предусмотренного в руководящих материалах. Любые руководящие материалы, предоставляемые персоналу блочного щита управления в данном случае, должны обеспечивать быстрое и простое выполнение действий, а следовательно, должны быть предоставлены в формате, с которым операторы могут работать и уже обучены работе с ним.

3.45. При необходимости следует предусматривать надлежащий переход от АЭП к РУТА. Функции и действия из АЭП, которые определены как целесообразные в области смягчающих мер, следует сохранять в РУТА.

3.46. Когда АЭП выполняются параллельно с РУТА, следует продемонстрировать применимость и обоснованность АЭП во время тяжелой аварии. В таких случаях следует установить взаимосвязи между действиями в рамках АЭП и РУТА с целью устранения возможных конфликтов.

3.47. В дополнение к условиям, определяющим начало использования РУТА, следует также указывать условия прекращения использования или критерии перехода к долгосрочным положениям. Следует четко определять долгосрочное безопасное стабильное состояние, и следует указывать мероприятия по поддержанию долгосрочного безопасного стабильного состояния.

3.48. Различные единицы оборудования могут запускаться автоматически или изменять конфигурацию, когда определенные параметры достигают предварительно определенных значений («уставок»). Такие выполняемые автоматически действия могут быть предусмотрены проектом для событий в области предупредительных мер, но могут оказаться контрпродуктивными в области смягчающих мер. Поэтому следует рассматривать влияние всех автоматических действий на смягчение последствий тяжелой аварии, и в надлежащих случаях автоматические действия следует запрещать. В этом случае в руководящих материалах следует рассмотреть необходимость ручного управления соответствующим оборудованием.

3.49. В руководящие материалы по управлению тяжелыми авариями следует включать рекомендации относительно приоритетов восстановительных мероприятий. В этом контексте необходимо учитывать следующее:

- a) возможности восстановления оборудования;
- b) возможности нетрадиционных конфигураций систем;
- c) возможности подключения переносного оборудования;
- d) временные интервалы успешного восстановления оборудования в случаях выхода из строя нескольких единиц оборудования;
- e) зависимость от числа отказавших вспомогательных систем;
- f) дозы, получаемые персоналом, участвующим в восстановлении оборудования или подключении переносного оборудования.

3.50. Время, необходимое для восстановления отказавшего оборудования или подключения нестационарного оборудования, может выходить за пределы временного интервала, допустимого для предотвращения повреждения активной зоны. В этом случае может быть принято решение о более раннем переходе к РУТА.

3.51. При разработке руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями следует учитывать обитаемость, пригодность для эксплуатации и доступность блочного щита управления и центра технической поддержки. Доступность других соответствующих зон, таких как зоны локальных действий, также следует анализировать и учитывать при разработке руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями. Следует выяснить, могут ли ожидаемые мощности дозы и другие условия окружающей среды привести к необходимости ограничения доступа персонала в такие зоны, и если да, то следует рассмотреть соответствующие меры.

3.52. Следует тщательно рассмотреть способность персонала станции успешно принимать нетрадиционные меры для смягчения последствий аварий при неблагоприятных условиях окружающей среды. При необходимости, для выполнения таких задач следует предусматривать средства индивидуальной защиты (например, защитную одежду, средства защиты органов дыхания). От персонала может потребоваться выполнение поставленных задач в опасных условиях, и поэтому необходимо разрабатывать процедуры и инструкции, связанные с подобными работами и радиационной защитой персонала (см. публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [3],

GSR Part 7 [7] и публикацию Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 3 «Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности» [25]).

3.53. Если при управлении тяжелыми авариями рассматривается или предписывается вентиляция защитной оболочки, приводящая к выбросам радиоактивного материала, в руководящих материалах по управлению тяжелыми авариями необходимо также учитывать следующее:

- a) ситуации, в которых отказывает электроснабжение постоянного и переменного тока и отсутствует подача сжатого воздуха;
- b) ситуации, связанные с возникновением зон высокой радиации и высоких температур в местах расположения вентиляционных клапанов (если требуется локальный доступ);
- c) уведомление соответствующих организаций по реагированию за пределами площадки о действиях с последствиями за пределами площадки;
- d) ограничение радиоактивных выбросов в случае вентиляции защитной оболочки такими методами, как осаждение аэрозолей, фильтрация или ранняя вентиляция.

3.54. При необходимости следует разработать предварительно рассчитанные графики или простые формулы, с тем чтобы исключить или ограничить необходимость сложных вычислений во время тяжелой аварии. Эти формулы часто называют «вычислительными средствами», и их следует включать в документацию РУТА. При использовании компьютерных вычислительных средств следует учитывать ограниченное время автономной работы компьютеров (ноутбуков) и возможность утраты электроснабжения переменного тока.

3.55. Следует разработать правила применения руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями. При этом необходимо рассмотреть по крайней мере следующие вопросы.

- a) Если во время выполнения АЭП достигнута точка начала применения РУТА, следует ли приостановить действия в рамках АЭП или их следует продолжать, если они не противоречат применяемым РУТА?
- b) Если в процессе выполнения РУТА достигнута также точка начала применения других РУТА, можно ли выполнять эти другие РУТА параллельно первым?

- с) Следует ли откладывать рассмотрение вопроса об инициировании других РУТА, если меняются значения параметров, в результате которых было инициировано выполнение первых РУТА?

3.56. Следует подготовить соответствующий справочный материал в поддержку разработки РУТА, и его следует включить в качестве справочного материала для персонала блочного щита управления и центра технической поддержки. Этот справочный материал должен способствовать решению следующих задач:

- а) он должен быть автономным источником справочной информации, содержащим:
- i) техническую основу стратегий и отклонения от общих стратегий, если таковые имеются;
 - ii) подробное описание потребностей в контрольно-измерительных приборах;
 - iii) результаты вспомогательного анализа;
 - iv) подробное описание и основу этапов процедур и руководящих принципов;
 - v) основу для определения уставок, используемых в РУТА;
- б) он должен содержать базовые материалы для учебных курсов для персонала, участвующего в управлении авариями.

3.57. О неизбежной или продолжающейся тяжелой аварии следует проинформировать руководителей соответствующего уровня в эксплуатирующей организации станции, а также в сторонних организациях, включая органы местной администрации, ответственные за защиту населения и охрану окружающей среды.

3.58. Группа, занимающаяся разработкой руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями, должна состоять из сотрудников, ответственных за разработку и реализацию программы управления тяжелыми авариями на станции. Группа разработчиков должна обеспечивать в надлежащих случаях участие персонала из учебного подразделения, оперативного, обслуживающего персонала, персонала радиационной защиты, персонала, ответственного за контрольно-измерительные приборы и системы управления, инженерного персонала, лиц, ответственных за аварийную готовность и реагирование, а также внешних экспертов. Если принято решение об использовании типовой программы управления тяжелыми авариями, то поддержку группе разработчиков могут оказать специалисты, знакомые с этой программой.

3.59. На начальном этапе разработки программы управления тяжелыми авариями следует задействовать персонал блочного щита управления, резервного щита управления, центра технической поддержки и персонал любого другого организационного подразделения, ответственного за оценку, принятие решений и выполнение действий по управлению авариями в ходе тяжелой аварии.

3.60. Следует рассмотреть вопрос о том, каким образом персонал станции сможет принять участие в деятельности по разработке программы управления тяжелыми авариями в дополнение к своим обычным должностным обязанностям. Персоналу станции, входящему в группу разработчиков, следует предоставлять достаточное время для выполнения других своих обязанностей.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЕРИФИКАЦИИ И ВАЛИДАЦИИ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ

3.61. С помощью процессов верификации и валидации следует, насколько это возможно, оценивать техническую точность и актуальность РУТА и справочных документов, а также способность персонала соблюдать и применять их. В процессе верификации следует подтверждать совместимость РУТА и справочных материалов с указанным оборудованием, вспомогательными средствами для пользователей и предоставляемыми средствами (например, нестационарным оборудованием, вывешиваемыми рабочими инструкциями, вычислительными средствами) (см. публикацию [17]). В процессе валидации следует подтверждать, что имеются в наличии все необходимые инструкции для реализации руководящих материалов.

3.62. При проведении валидационных испытаний следует рассматривать организационные аспекты управления тяжелыми авариями и особенно функциональные обязанности экспертов и лиц, принимающих решения, включая персонал блочного щита управления и центра технической поддержки.

3.63. Изменения, внесенные в процедуры и руководящие принципы, следует периодически подвергать повторной оценке и валидации с целью сохранения актуальности программы управления тяжелыми авариями.

3.64. Возможные методы валидации РУТА и справочных документов включают в себя: а) применение инженерных средств моделирования, включая полномасштабные средства моделирования (если имеются) или другие инструментальные средства анализа станции, и б) настольный метод. Наиболее подходящий метод или комбинацию методов следует выбирать с учетом функциональных обязанностей каждой функциональной группы персонала в аварийной ситуации.

3.65. В случае применения полномасштабного средства моделирования валидация должна охватывать неопределенности масштабов и временных параметров явлений (как явлений, возникающих в результате развития аварии, так и явлений, возникающих в результате действий по восстановлению). Следует рассмотреть возможность моделирования ухудшенного отклика или отсутствия отклика контрольно-измерительных приборов, а также задержки при получении данных.

3.66. Валидацию следует проводить в условиях, реалистично моделирующих условия во время аварийной ситуации, и она должна включать моделирование других мер реагирования, опасных условий работы, временных ограничений и стресса. Особое внимание следует уделять использованию портативного и мобильного оборудования, если это предусматривается, а также многоблочным площадкам и практической целесообразности использования резервного оборудования, которое может быть задействовано с других энергоблоков.

3.67. Следует проводить межфункциональное рассмотрение безопасности станции с целью достижения полного понимания всех последствий управления тяжелыми авариями. В это рассмотрение следует включать обход станции с целью оценки трудностей, связанных с практической реализацией мер по управлению тяжелыми авариями в случае внутренних или внешних опасностей.

3.68. Все оборудование, необходимое для программы управления тяжелыми авариями, включая нестационарное оборудование, если таковое имеется, следует испытывать в соответствии с важностью этого оборудования для выполнения основных функций безопасности.

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ В СИСТЕМУ МЕНЕДЖМЕНТА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ АВАРИЙНОЙ ГОТОВНОСТИ И РЕАГИРОВАНИЯ

Менеджмент программы управления тяжелыми авариями

3.69. Ответственность за разработку программы управления авариями следует возложить на эксплуатирующую организацию, а также следует обеспечить соответствие этой программы применимым требованиям, установленным в публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [3] и публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 2 «Лидерство и менеджмент для обеспечения безопасности» [22]; рекомендациям, представленным в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-3.1 «Применение системы управления для установок и деятельности» [26] и в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-3.5 «Система управления для ядерных установок» [27]; и применимым международным стандартам или национальным требованиям.

3.70. Эксплуатирующей организации следует интегрировать все элементы программы управления тяжелыми авариями в свою систему менеджмента, с тем чтобы процессы и виды деятельности, которые могут влиять на безопасность, разрабатывались и реализовывались согласованным образом с целью защиты персонала станции и населения, а также охраны окружающей среды.

Взаимодействие с аварийной готовностью и реагированием

3.71. Для обеспечения эффективного и скоординированного реагирования на ядерную или радиологическую аварийную ситуацию как на площадке, так и за ее пределами следует устанавливать соответствующее взаимодействие, включая рассмотрение надежной связи, между программой управления авариями и планами и процедурами аварийного реагирования.

3.72. В плане аварийных мероприятий на площадке следует определять общие функции, подлежащие выполнению при аварийном реагировании, и следует создать необходимую инфраструктуру, такую как организация аварийного реагирования атомной электростанции, для поддержки выполнения этих функций, как требуется в публикации GSR Part 7 [7]. Обязанности, определенные в программе управления тяжелыми авариями, следует привести в соответствие с планом аварийных мероприятий, чтобы



РИС. 2. Пример организационной структуры организации аварийного реагирования на площадке.

обеспечить последовательное и комплексное реагирование на тяжелые аварии. Следует проводить на регулярной основе рассмотрение плана аварийных мероприятий и программы управления авариями и их проверку во время учений, с тем чтобы гарантировать отсутствие конфликтов или их выявление и устранение на этапе обеспечения готовности.

Ответственность и распределение полномочий

3.73. Следует определить полномочия и ответственность за принятие решений о мерах, которые необходимо предпринимать на площадке во время тяжелой аварии, и обеспечивать обучение соответствующего сотрудника для оперативного выполнения этих полномочий. Этому сотруднику следует пройти обучение в области руководства в экстремальных условиях и он должен продемонстрировать свои лидерские качества во время учений.

3.74. Ответственность и полномочия в связи с реализацией определенных мер по управлению тяжелыми авариями на площадке, которые могут приводить к потенциально значительным последствиям на площадке или за ее пределами, следует распределять в рамках организации аварийного реагирования на площадке. Пример схемы организационной структуры организации аварийного реагирования на площадке приведен на рис. 2. (Примеры структуры организаций аварийного реагирования, включающие различные элементы помимо приведенных здесь, приведены на рисунках в дополнении 13 публикации [28].)

3.75. Руководителя операций аварийного реагирования на площадке (или другое лицо, обладающее четко определенными полномочиями по принятию решений относительно необходимых действий на площадке) следует наделять полномочиями по выполнению без необходимости получения внешнего разрешения любых необходимых действий с целью смягчения последствий тяжелой аварии. Такие действия могут включать вентиляцию защитной оболочки или закачку технической воды в корпус реактора или парогенератор (см. пункты 4.15 и 5.23 публикации GSR Part 7 [7]). Однако, если такие действия могут иметь последствия за пределами площадки, в сложившихся обстоятельствах следует как можно скорее уведомлять соответствующие компетентные органы за пределами площадки.

3.76. Сотрудников эксплуатирующей организации, участвующих в управлении тяжелыми авариями, следует назначать членами группы аварийного реагирования, и они могут выполнять одну из трех категорий функций:

- 1) оценка или выработка рекомендаций (оценка состояния станции; определение возможных действий; оценка потенциального воздействия этих действий; рекомендации по выполнению действий; и, после реализации, оценка результатов выполнения действий): сотрудников, имеющих такие должностные обязанности, часто называют «специалистами по оценке»;
- 2) санкционирование (принятие решения — утверждение рекомендованного действия или принятие решения о реализации других соответствующих действий): сотрудников, имеющих такие должностные обязанности, часто называют «лицами, принимающими решения»;

- 3) выполнение и поддержка действий (эксплуатация оборудования по мере необходимости, включая верификацию эксплуатации; оценка доз в поддержку действий по управлению авариями; и функции аварийного реагирования): сотрудников, имеющих такие должностные обязанности, часто называют «исполнителями» или «лицами, принимающими ответные меры». Эта функция включает выполнение дистанционно управляемых операций из блочного щита управления и локальные действия соответствующего персонала по восстановлению или подключению оборудования.

3.77. В противоаварийных мероприятиях следует учитывать случаи, когда сотрудник с определенными полномочиями не может выполнять свои обязанности и должен определить другого сотрудника для делегирования ему полномочий.

3.78. Полномочия по принятию решений следует возлагать на руководителя высокого уровня, именуемого в настоящем руководстве по безопасности «руководителем операций аварийного реагирования». Руководителя операций аварийного реагирования следует наделять полномочиями по принятию решений о реализации мер по управлению тяжелыми авариями с учетом рекомендаций персонала центра технической поддержки и, при наличии таковых, других рекомендаций (например, рекомендаций компании — проектировщика станции или отдела технического проектирования компании). Руководителю операций аварийного реагирования следует в целом понимать фактическое состояние станции, ее возможности и слабые места, а также основные действия по управлению тяжелыми авариями, включая их последствия на площадке и за ее пределами.

Передача ответственности и полномочий

3.79. Если событие может перерасти в серьезную аварию, а принятие решений становится очень сложным ввиду связанных с этим неопределенностей, то ответственность и полномочия по принятию решений следует передавать от персонала блочного щита управления на соответствующий уровень полномочий эксплуатирующей организации.

3.80. После передачи всех полномочий по управлению тяжелыми авариями от блочного щита управления руководителю операций аварийного реагирования¹² следует уточнить функции, сохраняющиеся за блочным щитом управления, и действия, которые могут быть предприняты персоналом блочного щита управления независимо от руководителя операций аварийного реагирования. Они включают в себя действия, которые сотрудники блочного щита управления могут выполнять самостоятельно, такие как поддержание необходимых условий (например, подача технической воды для охлаждения помещения) и действия в ответ на некоторые аварийные сигналы. Следует также указывать действия, которые сотрудникам блочного щита управления не следует предпринимать самостоятельно (например, запуск основного оборудования). Поскольку персонал блочного щита управления несет ответственность за реализацию мер, определенных руководителем операций аварийного реагирования, необходимо установить последовательность и иерархию осуществлений этих двух групп действий.

Центр технической поддержки

3.81. Назначенным сотрудникам центра технической поддержки следует досконально знать процедуры и руководящие принципы управления тяжелыми авариями. Следует обеспечивать их оперативный доступ к информации о состоянии станции и хорошее знание соответствующих явлений, связанных с тяжелыми авариями. Персоналу центра технической поддержки следует поддерживать связь с сотрудниками блочного щита управления с целью получения от них технических знаний и понимания возможностей станции.

3.82. В случае необходимости следует запрашивать поддержку соответствующих специализированных организаций (включая организацию — поставщика оборудования или проектную организацию станции) для получения дополнительных рекомендаций относительно соответствующих мер управления тяжелыми авариями. Следует создавать механизмы запроса поддержки на ранних стадиях с целью обеспечения

¹² В некоторых государствах передача ответственности за аварийное реагирование уполномоченному лицу происходит во всех случаях по прибытии этого лица в организацию аварийного реагирования, независимо от тяжести аварии. Кроме того, в некоторых государствах уполномоченные лица (или их заместители) сохраняют полномочия по принятию решений до тех пор, пока не будет достигнуто долгосрочное безопасное стабильное состояние.

эффективной реализации программы управления тяжелыми авариями, а также проведения периодической верификации и тестирования таких организаций поддержки.

3.83. Следует определять правила обмена информацией между различными группами организации аварийного реагирования на площадке и с организациями реагирования за пределами площадки во время тяжелой аварии. Поскольку возникновение тяжелой аварии приводит к интенсивному обмену информацией между группами на площадке и за ее пределами, следует позаботиться о том, чтобы этот обмен информацией не нарушал процесс управления аварией на станции.

3.84. Информацию о технических характеристиках контрольно-измерительных приборов и систем управления, а также другого оборудования (возможно, уже кратко приведенную в руководящих материалах для удобства пользования) следует предоставлять центру технической поддержки. Желательно, чтобы центр технической поддержки имел прямой доступ к информации о станции. Когда необходима передача данных станции вручную между блочным щитом управления и центром технической поддержки, предпочтительно, чтобы передача этих данных осуществлялась либо специальным сотрудником блочного щита управления, либо специальным сотрудником центра технической поддержки. В центре технической поддержки информацию о станции следует регистрировать и соответствующим образом контролировать.

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ

3.85. В случае действующих станций следует оценивать изменения в проекте, когда радиологические последствия угроз для барьеров, удерживающих продукты деления, при тяжелой аварии не могут быть уменьшены до приемлемого предела или когда необходимо уменьшить неопределенности при аналитическом прогнозировании таких угроз. При проведении таких оценок следует учитывать критерии приемлемости, установленные регулирующим органом.

3.86. В случае новых станций, при поставке дополнительного оборудования с целью смягчения последствий тяжелых аварий такое оборудование предпочтительно должно быть независимым от оборудования и систем, используемых для борьбы с проектными авариями.

3.87. Высокоприоритетной задачей следует считать модернизацию оборудования, направленную на поддержание целостности защитной оболочки или на минимизацию выбросов в том случае, если произошел отказ или байпасирование защитной оболочки.

3.88. Следует рассмотреть возможность проведения модернизации, повышающей производительность оборудования или его предел отказоустойчивости в отношении соответствующих проблем, связанных с тяжелой аварией, для следующих функций:

- a) мониторинг основных параметров защитной оболочки, таких как температура, давление, уровень радиации и уровень воды;
- b) обеспечение герметичности защитной оболочки, включая сохранение функциональности изолирующих устройств, проходов и воздушных шлюзов, в течение достаточного времени после аварии;
- c) создание или восстановление конечного поглотителя тепла для управления давлением и температурой в защитной оболочке;
- d) контроль горючих газов, продуктов деления и других материалов, выделяющихся во время тяжелой аварии, включая все необходимые контрольно-измерительные приборы;
- e) мониторинг и управление протечками из защитной оболочки и выбросами продуктов деления;
- f) отвод тепла от расплава обломков активной зоны к конечному поглотителю.

3.89. Следует предусматривать дополнительное аппаратное обеспечение, в том числе предоставление мобильного оборудования на площадке и за ее пределами в качестве резервной меры на тот случай, когда предполагается, что имеющееся оборудование не будет функционировать в течение длительного времени после тяжелой аварии или может быть выведено из строя в результате полной потери электроснабжения или обширного повреждения инфраструктуры, вызванного внешними опасностями, более серьезными, чем те, которые учитывались при проектировании и были определены в результате оценки опасностей на площадке. При оценке долгосрочной эксплуатационной готовности элементов следует оценивать и учитывать возможность осуществления технического обслуживания или ремонта.

3.90. Когда стратегии управления тяжелыми авариями основаны на использовании нестационарного оборудования, следует проводить оценку работоспособности такого оборудования в ожидаемых условиях, а также

для фактической конфигурации и компоновки, с тем чтобы подтвердить, что оно может соответствовать целям управления авариями. Следует принимать меры (включая получение любых необходимых разрешений или лицензий), гарантирующие способность персонала устанавливать и эксплуатировать нестационарное оборудование в необходимые сроки, даже в неблагоприятных условиях.

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ

3.91. Следует определять контрольно-измерительные приборы, необходимые для мониторинга состояния активной зоны, защитной оболочки и отработавшего топлива во время тяжелой аварии. Насколько это практически возможно, следует обеспечивать поддержание этих функций мониторинга в периоды продолжительной потери энергоснабжения переменного тока. Следует проводить оценку конкретной станции с целью определения оборудования, материалов и действий, необходимых для восстановления электропитания минимально необходимых элементов в случае разрядки установленных аккумуляторов, обеспечивающих электропитание постоянного тока.

3.92. Следует подготавливать мероприятия по получению информации из альтернативных источников на случай ненадежности данных о параметрах станции, полученных от контрольно-измерительных приборов.

3.93. Следует заранее подготавливать мероприятия по отключению второстепенных потребителей от аккумуляторов, с тем чтобы продлить работоспособность аккумуляторов до тех пор, пока аккумуляторы не будут заряжены вновь или не будет подключен альтернативный источник электропитания.

3.94. Следует предоставлять руководящие материалы по валидации важных показаний контрольно-измерительных приборов (т.е. показаний, используемых для симптомно-ориентированной диагностики потенциальных проблем с барьерами, удерживающими продукты деления, или для подтверждения эффективности реализованных стратегий). Также по возможности следует сравнивать все важные показания контрольно-измерительных приборов с другой независимой информацией. На необходимость такого сравнения следует обращать особое внимание во время учений и тренировок.

3.95. Всю доступную информацию и справочную документацию по основным контрольно-измерительным приборам, необходимым для обоснования принимаемых решений при управлении тяжелыми авариями, следует предоставлять соответствующим членам групп аварийного реагирования.

3.96. Следует проводить анализ погрешности показаний приборов, необходимых для управления тяжелыми авариями. Во многих случаях показания прибора, отображающие тенденции, могут быть важнее точности указываемых значений.

3.97. Следует тщательно анализировать возможности контрольно-измерительных приборов, необходимых для управления тяжелыми авариями. Контрольно-измерительные приборы могут продолжать функционировать за пределами своего проектного диапазона с ухудшением точности. Необходимо учитывать следующее:

- a) предпочтительным источником получения необходимой информации должны быть контрольно-измерительные приборы, рассчитанные на работу в ожидаемых после тяжелой аварии условиях окружающей среды;
- b) следует также определять альтернативные контрольно-измерительные приборы на случай эксплуатационной неготовности или ненадежности предпочтительных контрольно-измерительных приборов.

Для случаев эксплуатационной неготовности таких контрольно-измерительных приборов следует разрабатывать дополнительные средства (такие как вычислительные средства) или планы действий в аварийных ситуациях, включая инженерную оценку.

3.98. Следует оценивать влияние условий окружающей среды на показания приборов, принимая во внимание, что локальные условия окружающей среды могут отличаться от глобальных условий окружающей среды, и поэтому контрольно-измерительные приборы, которые аттестованы для работы в глобальных условиях, могут не функционировать должным образом в локальных условиях. Следует определять ожидаемый режим отказов и результирующие показания прибора (например, высокий уровень за пределами диапазона, низкий уровень за пределами диапазона, плавающие показания) для случаев отказа контрольно-измерительных приборов при тяжелых авариях.

ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ

3.99. В поддержку разработки и реализации программы управления авариями следует проводить соответствующий расчетный анализ, показывающий развитие аварийных последовательностей, которые необходимо учитывать. Результаты такого анализа следует использовать при формулировании технической основы разработки стратегий, процедур и руководящих принципов. Результаты анализа аварий должны оказывать помощь в следующем:

- a) определении критериев, указывающих начало серьезного повреждения активной зоны;
- b) выявлении симптомов (т.е. параметров и их значений), с помощью которых персонал может определять состояние топлива и состояние защитных барьеров;
- c) определении проблем для барьеров, удерживающих продукты деления, в различных состояниях реактора, включая состояния останова;
- d) оценке временных параметров таких проблем с целью повышения эффективности успешного вмешательства персонала;
- e) определении реакторных систем и других материальных ресурсов, которые могут использоваться для управления тяжелыми авариями;
- f) верификации эффективности мер по управлению авариями, предпринимаемых с целью противостояния угрозам для защитных барьеров;
- g) оценке работоспособности оборудования и контрольно-измерительных приборов в аварийных условиях;
- h) разработке и валидации вычислительных средств для управления авариями.

3.100. Следует анализировать возможности станции в связи с внутрикорпусной фазой тяжелой аварии, в том числе с учетом следующего:

- a) образования водорода в корпусе реактора и его выброса в качестве исходной информации для проектирования системы очистки водорода;
- b) удержания расплава активной зоны внутри корпуса реактора путем внутреннего и внешнего охлаждения корпуса реактора;
- c) состава и конфигурации расплавленной активной зоны и отказа корпуса реактора в качестве исходных данных для проектирования ловушки активной зоны;

- d) надежности сброса давления для обеспечения впрыска воды под низким давлением и предотвращения отказа корпуса реактора под воздействием высокого давления;
- e) длительного выброса продуктов деления из активной зоны реактора.

3.101. Для внекорпусной фазы аварии следует проанализировать возможности станции, в том числе:

- a) надежность сброса давления в защитной оболочке, с тем чтобы избежать повреждения защитной оболочки высоким давлением;
- b) источники, распределение и потенциальные пути утечки горючих газов в качестве исходной информации для проектирования системы удаления горючих газов;
- c) вопросы, связанные с взрывом пара вне корпуса реактора, выбросом расплава под высоким давлением и прямым нагревом защитной оболочки;
- d) состав и конфигурацию расплавленной активной зоны в качестве исходных данных для проектирования внекорпусных устройств для удержания расплава;
- e) источники продуктов деления и распределение продуктов деления в защитной оболочке с уделением особого внимания долговременным характеристикам таких источников.

3.102. Следует использовать компьютерные коды улучшенной оценки, допущения и данные, соответствующие начальным и граничным условиям, обеспечивающие надлежащий учет влияния неопределенностей при определении временных параметров и серьезности явлений.

3.103. При прогнозировании ключевых физических явлений, а также режимов и временных параметров отказов оборудования следует использовать компьютерные коды, позволяющие с разумной точностью моделировать явления при тяжелых авариях. Следует осуществлять валидацию этих кодов, насколько это практически возможно.

3.104. Оценку и интерпретацию всех результатов анализа следует проводить с должным учетом ограничений компьютерных кодов и связанных с ними неопределенностей. Следует оценивать целесообразность проведения анализа чувствительности, когда при принятии критических решений используются результаты расчетов с помощью компьютерных

кодов. (Дополнительная информация об ограничениях кодов и связанных с ними неопределенностях при анализе тяжелых аварий приведена в публикации [29].)

3.105. Следует учитывать все значительные источники радиоактивного материала на станции, включая активную зону реактора и бассейны выдержки отработавшего топлива, а также возникновение аварий во всех соответствующих режимах нормальной эксплуатации и останова (включая отказы барьеров, препятствующих разгерметизации реактора или разгерметизации защитной оболочки).

3.106. Следует рассматривать все явления (например, термогидравлические и структурные явления), важные для оценки угроз целостности барьеров, препятствующих выбросам радиоактивного материала, а также для оценки параметров источника радиоактивности. Для площадки станции с несколькими энергоблоками следует проанализировать аварии, одновременно влияющие на все энергоблоки.

3.107. Следует определять достаточно широкий набор аварийных последовательностей при тяжелых авариях, надлежащим образом охватывающих потенциальное развитие аварий и полный набор состояний повреждения станции. Такие аварийные последовательности следует группировать в репрезентативные состояния повреждения станции¹³. ВОВ уровня 1 и ВОВ уровня 2, если таковые имеются, следует использовать в сочетании с инженерными решениями в отношении выбора аварийных последовательностей при тяжелых авариях (см. публикации SSG-3 [23] и SSG-4 [24]).

3.108. Если для разработки руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями используется общий анализ станции, следует выполнить оценку его применимости к данной конкретной станции.

3.109. При анализе предпочтительно использовать данные конкретной станции, включая эксплуатационные параметры установки, конфигурацию систем станции, рабочие характеристики и уставки.

¹³ Возможны различные схемы категоризации. В публикации SSG-4 [24] изложены такие схемы категоризации для ВОВ уровня 2.

3.110. Следует предоставлять достаточные данные для разработки руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями, в частности в отношении:

- a) выбора симптомов для диагностики и мониторинга развития аварий;
- b) выявления ключевых угроз и уязвимых систем и барьеров на станции;
- c) задания параметров инициирования отдельных стратегий и выхода из них;
- d) положительных и негативных последствий действий по управлению тяжелыми авариями;
- e) временных интервалов выполнения действий;
- f) определения приоритетов и оптимизации стратегий;
- g) оценки способности систем выполнять предназначенные им функции;
- h) ожидаемых тенденций развития аварии;
- i) условий выхода из области управления тяжелыми авариями;
- j) разработки вычислительных средств.

3.111. Следует обеспечивать предоставление достаточной информации относительно условий окружающей среды с целью оценки работоспособности оборудования станции, включая контрольно-измерительные приборы, необходимые для управления тяжелыми авариями, а также с целью оценки условий труда и пригодности рабочих мест для персонала, участвующего в выполнении действий по управлению тяжелыми авариями.

ОБУЧЕНИЕ, ТРЕНИРОВКИ И УЧЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ АВАРИЯМИ

3.112. Лицам, принимающим решения, следует пройти обучение, с тем чтобы они могли справиться с ситуацией, в которой может потребоваться применение определенных смягчающих мер ввиду отказа или ненадежности контрольно-измерительных приборов станции.

3.113. В поддержку обучения персонала центра технической поддержки по вопросам феноменологии тяжелых аварий, основ РУТА, а также преимуществ и недостатков различных постулируемых смягчающих мер следует использовать справочную документацию.

3.114. Следует обеспечивать достаточную реалистичность и сложность обучения, включая периодические учения и тренировки, с тем чтобы подготавливать персонал, ответственный за исполнение должностных функций по управлению тяжелыми авариями, к преодолению и реагированию на ситуации, которые могут возникать во время таких событий. Тренировки следует проводить в течение периода, достаточно продолжительного для получения реалистичного представления об отклике станции, и они должны предусматривать проверку передачи информации во время передачи смен. Следует разрабатывать специальные тренировки и учения с целью практической отработки передачи смен между оперативным персоналом и центром технической поддержки, а также передачи информации между различными группами. Следует включать в сценарии обучения тяжелые аварии, происходящие одновременно на более чем одном энергоблоке, и тяжелые аварии, происходящие в различных эксплуатационных состояниях реактора. При обучении следует учитывать нетрадиционную компоновку оборудования станции, использование нестационарного оборудования (например, дизельных генераторов, насосов) и ремонт оборудования.

3.115. Следует разрабатывать учения и тренировки на основе сценариев, требующих применения значительной части программы управления тяжелыми авариями в сочетании с аварийным реагированием, и следует моделировать реалистичные условия, характерные для тех, которые могут возникнуть в аварийной ситуации. Следует проводить широкомасштабные учения, дающие возможность наблюдать и оценивать все аспекты управления тяжелыми авариями.

3.116. Во время проведения учений и тренировок следует предусматривать периодическое возникновение трудностей для персонала, таких как отсутствие доступа к источникам информации (например, к системе отображения параметров безопасности), оборудованию и средствам, которые потенциально могут быть повреждены в результате аварии. Тренировки, в которые преднамеренно включаются источники неточной или неверной информации для сотрудников, могут быть использованы в качестве средств тренировки их критического отношения, командной работы и навыков в сферах оценки и диагностики. Однако необходимо следить за тем, чтобы неправильная информация не оказывала негативного влияния на цель обучения.

3.117. В некоторых сценариях, используемых для учений и тренировок, следует предполагать состояние тяжелого повреждения активной зоны, которое в конечном итоге приводит к отказу корпуса реактора и защитной оболочки. Следует рассматривать возможность проведения учений по повышению информированности персонала блочного щита управления, персонала центра технической поддержки и инженерно-технического персонала о необходимости и возможных последствиях отключения или перезагрузки управляющих и логических систем.

ОБНОВЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ

3.118. Необходимость обновления программы управления тяжелыми авариями следует оценивать по мере появления новой информации, которая может указывать на потенциальную возможность возникновения новых сценариев аварий, явлений или проблем, связанных с физическими барьерами, или любого другого значительного влияния на управление авариями, которое ранее не учитывалось в полной мере.

3.119. Влияние изменений в проекте станции, имеющемся нестационарном оборудовании и эксплуатирующей организации следует оценивать с точки зрения любого воздействия на программу управления тяжелыми авариями. Следует разработать официальный порядок внесения изменений, когда они признаются необходимыми.

3.120. В случае целесообразности внесения изменений в программу управления тяжелыми авариями эксплуатирующая организация должна нести ответственность за разработку плана мероприятий, нацеленных на определение приоритетов мероприятий, необходимых для реализации этих изменений. При использовании типовой программы управления тяжелыми авариями к разработке плана мероприятий следует привлекать поставщика этой типовой программы. В плане мероприятий следует указывать сроки исполнения и организацию, ответственную за практическую реализацию изменений.

3.121. При поступлении новой информации, которая ставит под сомнение текущие проектные предположения, относящиеся к внешним событиям, следует оценивать возможности установленного оборудования, а также процедур и руководящих принципов управления тяжелыми авариями с целью определения того, могут ли быть нарушены основные функции

безопасности. На основе этой оценки следует определять меры по обновлению программы управления тяжелыми авариями, соответствующие значимости новой информации.

3.122. Следует регулярно анализировать новые выводы исследований явлений в ходе тяжелых аварий и опыта эксплуатации на данной станции и на других станциях (включая уроки, извлеченные из событий), а эксплуатирующей организации следует оценивать их потенциальное влияние на программу управления тяжелыми авариями. Обмен информацией с эксплуатирующими организациями других станций следует использовать в качестве средства постоянного совершенствования руководящих материалов по управлению тяжелыми авариями.

3.123. В любое обновление программы управления тяжелыми авариями следует включать, при необходимости, пересмотр справочной документации, в том числе вспомогательный анализ.

4. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЯМИ

4.1. В случае аварийной ситуации, в частности аварийной ситуации, сочетающейся с внутренней или внешней опасностью, персоналу станции следует оценить общую ситуацию на площадке и убедиться, что структура руководства и управления в аварийной ситуации способна организовать руководство реагированием в соответствии с установленными руководящими материалами по управлению авариями. При необходимости следует реализовать дополнительные противоаварийные мероприятия, разработанные с целью восстановления структуры руководства и управления.

4.2. После того как персонал блочного щита управления при выполнении АЭП достиг точки входа в область смягчающих мер или руководитель противоаварийных операций определил, что следует применять РУТА, или если начальная точка использования РУТА достигнута на какой-либо другой указанной основе, следует выполнить переход от АЭП к РУТА. Персоналу блочного щита управления следует инициировать действия в соответствии с РУТА, которые будут продолжаться до тех пор, пока ответственность за выработку рекомендаций

или принятие решения относительно дальнейших действий не будет передана другой соответствующей структуре. Эта передача происходит после того, как начинает действовать соответствующая структура, а ее персонал информирован об общей ситуации, произвел оценку состояния станции и готов к выработке первой рекомендации или принятию решения относительно выполнения РУТА. Сотрудникам блочного щита управления следует и далее выполнять действия, которые были инициированы в области предупредительных мер, при условии, что они соответствуют правилам использования РУТА.

4.3. В центре технической поддержки следует регулярно проводить пересмотр условий на станции по мере развития тяжелой аварии, с тем чтобы подтвердить или скорректировать приоритеты смягчающих мер. Центру технической поддержки следует представлять рекомендации в письменном виде ответственному лицу, которое примет решение о порядке действий, необходимых для реализации. Следует сохранять регистрационные записи всех вынесенных рекомендаций.

4.4. Решения о действиях, которые необходимо предпринять, следует передавать персоналу блочного щита управления в такой форме, которая сводит к минимуму возможность недоразумений. Персоналу блочного щита управления следует подтверждать действия, которые ему предписано предпринимать, и отчитываться о ходе предпринятых действий и влиянии, которое эти действия оказали на состояние станции. Устное общение (по телефону или иным подходящим способом) с персоналом блочного щита управления и персоналом резервного щита управления следует предпочтительно осуществлять сотруднику центра технической поддержки, который является или являлся лицензированным оператором. Прежде чем рекомендовать или пытаться выполнить какое-либо действие, следует проверять выполнимость предлагаемого действия, с тем чтобы убедиться в том, что для обеспечения эффективности этого действия имеется достаточное время.

4.5. Следует обеспечивать легкодоступность индикации основных параметров станции на блочном щите управления и в центре технической поддержки (например, с помощью электронных дисплеев или на настенной панели) таким образом, чтобы гарантировать, что длительное отключение питания станции не приведет к потере данных. Тенденции следует отмечать и регистрировать. Предпринятые действия также следует регистрировать, как и другую соответствующую информацию, такую как действующие в данное время АЭП или РУТА, аварийные оповещения

для станции и планируемые выбросы радиоактивного материала. Следует предусматривать надлежащие технические средства для регистрации действий.

4.6. Временные параметры и объем возможных будущих выбросов как следствие действий в рамках РУТА (например, запланированных выбросов) или как следствие неэффективных действий в рамках РУТА, а также информацию о возможных путях выбросов следует регулярно оценивать и сообщать в надлежащей форме по соответствующим каналам внешним организациям, ответственным за действия за пределами площадки.

4.7. Следует четко структурировать работу в центре технической поддержки и основывать ее на четком описании задач для каждого сотрудника. Сотрудникам центра технической поддержки следует проводить регулярные совещания, но при этом отводить достаточно времени для выполнения своих должностных обязанностей.

4.8. Следует обеспечивать надлежащую квалификацию и численность персонала, ответственного за реализацию мер по управлению тяжелыми авариями, в соответствии с развитием аварии.

4.9. Руководителю операций аварийного реагирования на площадке следует обеспечивать информированность внешних организаций о запланированных действиях, которые могут повлиять на окрестности станции. Посредством консультаций следует обеспечивать информирование организаций реагирования за пределами площадки и их готовность, насколько это возможно, к запланированным выбросам радиоактивного материала.

4.10. Следует разработать механизм определения приоритетов мероприятий в случае несоответствия между запланированными радиоактивными выбросами и готовностью за пределами площадки. В принципе приоритет следует отдавать мероприятиям, направленным на устранение неизбежных угроз целостности конечного барьера, удерживающего продукты деления, такого как защитная оболочка, и позволяющим избегать значительного байпасирования защитной оболочки.

4.11. В процессе принятия решений следует учитывать возможность принятия решений в очень короткие сроки. В принципе следует обеспечивать соответствие процесса принятия решений временным рамкам развития тяжелой аварии.

Дополнение

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЛАСТЕЙ ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ И СМЯГЧАЮЩИХ МЕР ПРИ УПРАВЛЕНИИ АВАРИЯМИ

А.1. На рисунке 3 представлены краткое описание этапов управления авариями и их связь с состоянием топлива и аварийными условиями. На рис. 3 следует особо отметить, что переход от АЭП к РУТА не всегда строго регламентирован и может зависеть от практики государств-членов и условий на станции.

А.2. В таблице 1 представлены основные особенности управления авариями, изложенные в настоящем руководстве по безопасности.

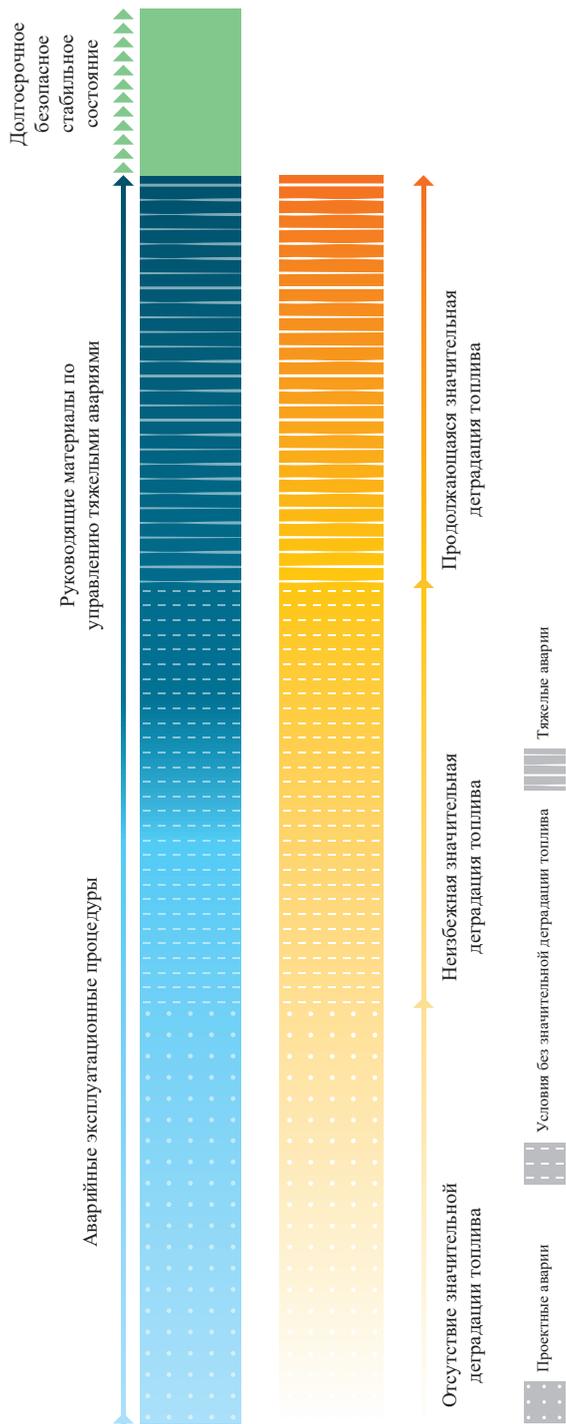


РИС. 3. Краткая иллюстрация программы управления тяжелыми авариями.

ТАБЛИЦА 1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ

Цель	Область предупредительных мер (предотвращение значительной деградации топливных стержней)	Область смягчающих мер (смягчение последствий значительной деградации топливных стержней)
Цель	Предотвращение повреждения топлива и выполнение основополагающих функций безопасности.	Ограничение выбросов радиоактивного материала в окружающую среду посредством: а) действий, направленных на поддержание целостности защитной оболочки, и б) мер аварийного реагирования, предпринимаемых с целью минимизации радиологических последствий.
Установление приоритетов	Установление приоритетов различных основных функций безопасности.	Установление приоритетов смягчающих мер, причем наивысший приоритет отдается уменьшению значительных продолжающихся выбросов и непосредственных угроз барьерам, удерживающим продукты деления.
Ответственный персонал (с полномочиями)	Персонал блочного щита управления.	Руководитель противоаварийных операций (или аналогичный руководитель).
Роль соответствующей организации аварийного реагирования	Наличие центра технической поддержки, который по мере необходимости предоставляет персоналу блочного щита управления рекомендации для принятия решений по сложным вопросам в соответствии с АЭП.	Центр технической поддержки (или другой центр аварийного реагирования), отвечающий за оценку и рекомендацию действий или предоставление рекомендаций лицам, принимающим решения, относительно сложных задач, которые должны выполняться на блочном щите управления.

ТАБЛИЦА 1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ (продолж.)

Процедуры/ руководящие принципы	<p data-bbox="246 900 326 1257">Область предупредительных мер (предотвращение значительной деградации топливных стержней)</p> <p data-bbox="246 287 326 687">Область смягчающих мер (смягчение последствий значительной деградации топливных стержней)</p> <p data-bbox="364 169 503 802">Использование АЭП персоналом блочного щита управления для предотвращения значительной деградации топлива.</p> <p data-bbox="364 232 503 802">Использование РУТА персоналом центра технической поддержки, персоналом блочного щита управления и другим персоналом эксплуатирующей организации. Использование процедур, при их наличии, персоналом блочного щита управления.</p>
Использование оборудования	<p data-bbox="539 866 618 1330">В АЭП по меньшей мере один путь к успеху зависит от конструкций, систем и элементов, аттестованных в соответствии с</p> <p data-bbox="623 866 850 1330">требованием 30 публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [3] для проектных аварий и для запросных условий, с учетом которых были спроектированы эти конструкции, системы и элементы. Однако АЭП могут выполняться с использованием всего имеющегося оборудования (например, мобильного, переносного).</p> <p data-bbox="539 302 910 802">В РУТА отдается предпочтение использованию конструкций, систем и элементов, обладающих возможностями, соответствующими требуемым эксплуатационным характеристикам и условиям окружающей среды, ожидаемым в случае тяжелой аварии, согласно требованиям в пунктах 5.28 и 5.29 публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [3] и пункте 5.8B публикации SSR-2/2 (Rev. 1) [6]. Однако РУТА могут выполняться с использованием всего имеющегося и альтернативного оборудования (т.е. нестанционного оборудования) для выполнения основных функций безопасности; имеющиеся системы могут также использоваться за пределами их проектных ограничений, если это необходимо.</p>

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection, 2018 Edition, IAEA, Vienna, (2019).
- [2] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКОЕ СООБЩЕСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Основополагающие принципы безопасности, Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SF-1, МАГАТЭ, Вена (2006).
- [3] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных станций: проектирование, Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSR-2/1 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2012).
- [4] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Defence in Depth in Nuclear Safety, INSAG-10, IAEA, Vienna (1996).
- [5] МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, Основные принципы безопасности атомных электростанций, 75-INSAG-3 (Rev. 1), INSAG-12, МАГАТЭ, Вена (2015).
- [6] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных станций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация, Серия норм безопасности МАГАТЭ № SSR-2/2 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2017).
- [7] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ИНТЕРПОЛ, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ КОМИССИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПО ДОГОВОРУ О ВСЕОБЪЕМЛЮЩЕМ ЗАПРЕЩЕНИИ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО КООРДИНАЦИИ ГУМАНИТАРНЫХ ВОПРОСОВ, Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 7, МАГАТЭ, Вена (2016).

- [8] ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Критерии для использования при обеспечении готовности и реагировании в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации, Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GSG-2, МАГАТЭ, Вена (2012).
- [9] ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО КООРДИНАЦИИ ГУМАНИТАРНЫХ ВОПРОСОВ, Мероприятия по обеспечению готовности к ядерной или радиологической аварийной ситуации, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-2.1, МАГАТЭ, Вена (2016).
- [10] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Оценка безопасности установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 4 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2016).
- [11] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Периодическое рассмотрение безопасности атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ № SSG-25, МАГАТЭ, Вена (2016).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Deterministic Safety Analysis for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. SSG-2 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2019).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 5, IAEA, Vienna (2009).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities (INFCIRC/225/Revision 5), IAEA Nuclear Security Series No. 13, IAEA, Vienna (2012).
- [15] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Пределы и условия для эксплуатации и эксплуатационные процедуры для атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ № NS-G-2.2, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Development and Review of Plant Specific Emergency Operating Procedures, Safety Reports Series No. 48, IAEA, Vienna (2006).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Implementation of Accident Management Programmes in Nuclear Power Plants, Safety Reports Series No. 32, IAEA, Vienna (2004).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Guidelines for the Review of Accident Management Programmes in Nuclear Power Plants, IAEA Services Series No. 9, IAEA, Vienna (2003).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSR-1, IAEA, Vienna (2019).

- [20] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Experience in the Use of Systematic Approach to Training (SAT) for Nuclear Power Plant Personnel, IAEA-TECDOC-1057, IAEA, Vienna (1998).
- [21] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Набор, квалификация и подготовка персонала для атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ № NS-G-2.8, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [22] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Лидерство и менеджмент для обеспечения безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 2, МАГАТЭ, Вена (2017).
- [23] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Разработка и применение вероятностной оценки безопасности уровня 1 для атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ № SSG-3, МАГАТЭ, Вена (2014).
- [24] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Разработка и применение вероятностной оценки безопасности уровня 2 для атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ № SSG-4, МАГАТЭ, Вена (2014).
- [25] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКАЯ КОМИССИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 3, МАГАТЭ, Вена (2015).
- [26] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Применение системы управления для установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-3.1, МАГАТЭ, Вена (2009).
- [27] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Система управления для ядерных установок, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-3.5, МАГАТЭ, Вена (2014).
- [28] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Методика разработки мероприятий по реагированию на ядерную или радиологическую аварийную ситуацию, EPR-МЕТОДИКА (2003), МАГАТЭ, Вена (2009).
- [29] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Approaches and Tools for Severe Accident Analysis for Nuclear Power Plants, Safety Reports Series No. 56, IAEA, Vienna (2008).

Приложение

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ РУКОВОДЯЩИХ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ АВАРИЯМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

ФРАНЦИЯ

А–1. Во Франции руководящие принципы управления тяжелыми авариями (РУТА) для ядерного парка атомных электростанций компании «Электрисите де франс» изложены в «Руководстве по управлению тяжелыми авариями» (GIAG)¹. Это руководство разработано в форме алгоритмов и текстов. Для определения необходимости использования GIAG применяются два критерия: 1) очень высокая температура на выходе из активной зоны и 2) высокая радиоактивность в защитной оболочке.

А–2. Оба критерия могут быть основанием для применения GIAG и последующего инициирования полного комплекта немедленных действий персонала блочного щита управления.

А–3. Как только начинается применение GIAG, использование аварийных эксплуатационных процедур (АЭП) прекращается. Однако некоторые конкретные действия, требуемые в рамках АЭП и имеющие практическое значение при управлении тяжелыми авариями (например, сброс давления в защитной оболочке), могут продолжаться. Возможность негативных последствий при выполнении некоторых рекомендуемых действий оценивается следующим образом:

- а) немедленные действия: при разработке программы взвешиваются все «за» и «против» таких действий, и принимается решение о возможности их выполнения без неоправданного риска;
- б) отложенные действия: такие действия оцениваются кризисной группой во время развития аварии, а решения принимаются после взвешивания всех аргументов «за» и «против» таких действий. Для каждого рассматриваемого действия в GIAG изложены аргументы «за» и «против», с тем чтобы группы аварийного реагирования могли принять информированное решение.

¹ Используемая в данном приложении терминология основана на конкретных терминах, применяемых в каждом государстве.

А-4. Когда начинается применение GIAG, группы аварийного реагирования оценивают приоритеты выполнения действий. Первостепенной задачей является минимизация выбросов в окружающую среду. Если конкретное действие не привело к результату, GIAG предлагает специалистам центров технической поддержки альтернативные варианты. В случае нетипичного развития ситуации группам аварийного реагирования разрешается также предлагать на рассмотрение руководителя операций аварийного реагирования действия, которые, по их мнению, целесообразно предпринимать в складывающейся ситуации.

А-5. В GIAG не рассматриваются какие-либо заранее определенные долгосрочные мероприятия и не содержатся критерии выхода в отношении долгосрочных мер. Решения о долгосрочных мероприятиях принимаются группами аварийного реагирования. В отношении долгосрочной эксплуатации реакторов с водой под давлением (PWR) поколения II компания «Электрисите де франс» разрабатывает стратегии, содержащие конкретные положения по долгосрочному управлению после тяжелой аварии.

А-6. Признается важность получения достоверной информации о возможностях станции и выполнении действий, помогающих защитить третий барьер. Примерами таких действий являются:

- а) применение вычислительных средств в поддержку диагностики состояния станции и информирования о процессе принятия решений и составления прогнозов развития аварии;
- б) немедленное открытие всех предохранительных клапанов (если они еще не были открыты)² для предотвращения отказа корпуса реактора при высоком давлении и снижения риска попадания обломков в верхнюю часть защитной оболочки (и возможного ее последующего непосредственного нагрева в случае отказа корпуса реактора);
- с) ограничение риска повторного повышения давления в системе теплоносителя реактора выше 20 бар перед отказом корпуса реактора посредством специальных ограничений закачки воды в систему теплоносителя реактора;

² На европейских реакторах под давлением (EPR) для этой цели предусмотрены специальные дополнительные клапаны.

- d) ограничение риска последующего разрыва труб парогенератора, который может привести к байпасированию защитной оболочки, путем выполнения немедленных действий при переходе к GIAG, а именно:
 - i) отсечения радиоактивных парогенераторов;
 - ii) заполнения водой нерадиоактивных парогенераторов;
 - iii) сброса давления в системе теплоносителя реактора;
- e) обнаружение отказа корпуса реактора на основе измерений температуры в шахте реактора и возможность подтверждения информации с помощью проверки других источников информации;
- f) закачка воды в активную зону с целью уменьшения деградации активной зоны или охлаждения расплава;
- g) активация спринклерной системы защитной оболочки реактора с целью предотвращения повышения давления и удаления тепловой энергии из атмосферы защитной оболочки³;
- h) применение пассивных автокаталитических рекомбинаторов для удаления водорода из атмосферы защитной оболочки;
- i) нагрев трубопровода, расположенного между входом фильтра с песчаной загрузкой внутри защитной оболочки и фильтром защитной оболочки, для предотвращения конденсации пара в трубопроводе и фильтре⁴.

ГЕРМАНИЯ

A-7. В Германии, несмотря на то, что основное внимание уделялось предотвращению тяжелых аварий, после Чернобыльской аварии была проведена модернизация оборудования и разработаны АЭП; такие меры включали:

- a) установку вентиляционно-фильтрующей системы защитной оболочки;
- b) установку пассивных автокаталитических рекомбинаторов на энергоблоках с PWR;

³ При необходимости группа аварийного реагирования может потребовать включить спринклерную систему (главным образом для предотвращения нежелательной де-инертизации атмосферы защитной оболочки); это также приводит к затоплению шахты реактора.

⁴ Это действие снижает риск возгорания водорода в весьма специфических ситуациях.

- с) установку системы инертизации защитной оболочки на энергоблоках с реакторами с кипящей водой (BWR).

А–8. Разработка РУТА началась в 2010 году и была полностью завершена в конце 2014 года.

А–9. РУТА для PWR изложены в руководстве по управлению тяжелыми авариями (SAMM), которое включает:

- а) диагностику состояния повреждения станции;
- б) соответствующие стратегии смягчения последствий тяжелой аварии;
- с) подробные перечни инструкций относительно всех мер в соответствии со стратегиями;
- д) ссылки на АЭП, актуальные для стратегий смягчения последствий.

А–10. Применение SAMM регулируется использованием четких критериев в алгоритме управления авариями. Есть два критерия применения SAMM в режимах работы на мощности. Для режимов останова применяются специальные дополнительные критерии.

А–11. Когда начинается применение SAMM, действие всех АЭП продолжается. Иными словами, когда начинается применение SAMM, любые используемые АЭП продолжают действовать до тех пор, пока не поступит информация о приостановлении или прекращении их использования.

А–12. В условиях тяжелой аварии состояние станции необходимо диагностировать на основе информации, предоставляемой имеющимися контрольно-измерительными приборами. На станциях, эксплуатируемых в настоящее время, нет специальной аппаратуры для диагностирования состояния защитной оболочки или степени повреждения активной зоны. Поэтому используются данные, предоставляемые имеющимися после аварии контрольно-измерительными приборами.

А–13. Для определения приоритетов мер по предотвращению тяжелого повреждения активной зоны и отказа корпуса реактора нужно знать степень деградации активной зоны. С этой целью применяются три состояния деградации активной зоны:

- состояние А активной зоны характеризует низкий уровень деградации (активная зона имеет стержнеподобную геометрию);

- состояние В активной зоны характеризует продолжающуюся деградацию активной зоны вплоть до отказа корпуса реактора;
- состояние С активной зоны означает отказ корпуса реактора.

А–14. Состояния активной зоны А или В практически невозможно различить с помощью измерительных приборов. Поэтому реализуются стратегии, применимые к обоим состояниям («стратегии А/В»). Однако эти стратегии надежны в том смысле, что применение стратегий А/В не приведет к каким-либо пагубным последствиям, если отказ корпуса реактора обнаружен не сразу (т.е. когда достигнуто состояние С активной зоны).

А–15. Определение характеристик состояния локализации или определение состояния повреждения защитной оболочки также производится с помощью алгоритма выбора. Для PWR в Германии выделены шесть репрезентативных состояний повреждения защитной оболочки:

- 1) защитная оболочка не повреждена, отсутствует явно выраженный риск нарушения ее целостности;
- 2) целостность защитной оболочки под угрозой;
- 3) байпасирование защитной оболочки во второй контур парогенераторов;
- 4) байпасирование защитной оболочки в кольцевой коридор здания реактора;
- 5) байпасирование защитной оболочки во вспомогательный реакторный корпус или нарушение герметичности защитной оболочки;
- 6) защитная оболочка повреждена (течь или разрыв).

А–16. На основе этих состояний повреждения станции реализуются специальные стратегии, определяющие приоритеты выполнения надлежащих смягчающих мер. Хотя параллельное выполнение нескольких мер не исключается, выполнение ранее инициированных более эффективных мер (мер с более высоким уровнем приоритета) не должно ставиться под угрозу. Кроме того, не рекомендуется откладывать инициирование мер с более низким уровнем приоритета до определения успешности ранее выполненных мер.

А–17. Когда начинается выполнение действия высокого уровня, группа аварийного реагирования переходит к следующему действию высокого уровня в алгоритме без необходимости оценки успешности выполненных ранее действий. Для того чтобы распознать любой переход между различными состояниями повреждения станции (см. пункт А–15), группа аварийного реагирования регулярно проверяет параметры,

определяющие состояния повреждения станции, с тем чтобы определить, были ли выполненные действия успешными. Условия и критерии оценки эффективности мер и прекращения определенных мер приведены в подробных таблицах. Если происходит изменение состояния повреждения станции, выполнение текущей стратегии должно быть остановлено, а выполнение новой стратегии начинается с самого начала. Однако выполняемые меры не будут прекращены до тех пор, пока прекращение не будет явным образом затребовано новой стратегией.

A-18. Для всех возможных действий высокого уровня предоставлена специальная информация. В частности, перечисляются отрицательные последствия реализации конкретной меры, что позволяет группе аварийного реагирования принять информированное решение о том, что необходимо сделать. Рекомендуется начинать выполнение действий только после взвешивания всех «за» и «против» и получения разумной уверенности в том, что «за» превышают «против». Если это не так, группа аварийного реагирования не будет рекомендовать выполнение запланированного действия.

A-19. В SAMM не рассматривается реализация заранее определенных долгосрочных положений и не устанавливаются какие-либо критерии выхода для долгосрочных мер.

A-20. Признается важность получения надежной информации о возможностях, полезных для защиты барьеров и выполнения действий по защите таких барьеров. Примерами таких действий, которые позволяют поддерживать второй или третий барьер, являются:

- a) использование вычислительных средств в поддержку диагностики состояния повреждения станции, процесса принятия решений и составления прогнозов развития аварии, в том числе определение необходимого расхода для отвода остаточного тепловыделения из активной зоны;
- b) быстрый сброс давления (т.е. открытие всех клапанов компенсатора давления) в системе теплоносителя реактора с целью предотвращения расплавления активной зоны под высоким давлением, что может привести к отказу корпуса реактора и последующему переносу обломков активной зоны в верхнюю часть защитной оболочки с потенциальным риском прямого нагрева защитной оболочки.

Однако данное действие не предотвратило бы временное повторное повышение давления в системе теплоносителя реактора в определенных конкретных условиях станции;

- c) предотвращение последовательностей байпасирования после разрыва труб парогенератора, который произошел вследствие заблаговременной изоляции генераторов сухого пара, подпитка которых во время аварии, вероятно, была бы невозможна;
- d) смягчение последствий разрыва труб парогенератора путем отсечения всех неисправных парогенераторов или закачки воды в неисправные, но не изолированные парогенераторы;
- e) мониторинг параметров, позволяющих подтвердить целостность корпуса реактора, с тем чтобы определить путем детерминистического анализа минимальный период до повреждения реактора и выявить параметры отслеживания тенденций, которые позволяют установить характер отказа корпуса реактора. В случаях, когда дифференциация состояний активной зоны с помощью существующих контрольно-измерительных приборов невозможна, можно использовать альтернативные способы (например, вычислительные средства);
- f) закачка воды в шахту реактора (через систему теплоносителя реактора) для предотвращения или ограничения воздействия на плиту основания, и отмывка продуктов деления в случае отказа корпуса реактора;
- g) использование диаграммы воспламеняемости для оценки риска потери целостности защитной оболочки в ситуациях, связанных с наличием воспламеняющихся смесей, и рекомендация включения систем отвода тепла из защитной оболочки, если измерения показывают, что концентрация водорода внутри защитной оболочки приближается к пределу воспламеняемости;
- h) инертизация вентиляционно-фильтрующей системы, с тем чтобы предотвратить ее деградацию.

СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ

A-21. Станции, эксплуатируемые в Соединенных Штатах Америки, проектированы четырьмя подрядными компаниями: «Вестингауз», «Бэбкок энд Уилкок», «Комбасчн энджиниринг» и «Дженерал электрик». Первые три компании являются поставщиками PWR; компания «Дженерал электрик» является единственным в Соединенных Штатах поставщиком технологии BWR. Наличие четырех главных поставщиков привело к разработке четырех разных подходов к разработке РУТА, и хотя все

эксплуатирующие организации PWR в настоящее время являются членами единой «Группы владельцев реакторов с водой под давлением», единого подхода к PWR пока не существует. Однако в настоящее время Группа владельцев реакторов с водой под давлением разрабатывает общий подход, который будет использоваться всеми эксплуатирующими организациями PWR в качестве базового документа для разработки собственных индивидуальных РУТА. Общий подход к PWR будет разработан на основе РУТА компании «Вестингауз».

A–22. После входа в область смягчающих мер, на станциях компании «Вестингауз» применяют две логических схемы: первая связана с непосредственными серьезными проблемами целостности защитных барьеров, удерживающих продукты деления, и продолжающимися выбросами; вторая иллюстрирует определенную хронологию ожидаемых проблем с барьерами, удерживающими продукты деления. Два остальных поставщика PWR применяют логические схемы для оценки состояния повреждения станции в соответствии с докладом о технических основах Института электроэнергетических исследований США.

A–23. После входа в область смягчающих мер действие всех АЭП прекращается, за исключением станций компании «Комбасчн энджиниринг», на которых АЭП и РУТА выполняются параллельно. Однако при подходе, применяемом на станциях компаний «Вестингауз» и «Дженерал электрик», допустимо продолжение некоторых важных действий, требуемых АЭП, при сохранении приоритета РУТА по отношению к АЭП. В подходе, применяемом на станциях компании «Бэбкок энд Уилкоккс», повторный переход к использованию АЭП не предусматривается. В РУТА всех станций с PWR оцениваются все «за» и «против» ожидаемых действий. На станциях компании «Вестингауз» применяются таблицы, в которых перечислены все «за» и «против» каждого ожидаемого действия и возможные способы смягчения отрицательных последствий; компании «Комбасчн энджиниринг» и «Бэбкок энд Уилкоккс» приняли решение включить в каждое руководство предостережения.

A–24. Для PWR приоритеты реализации стратегий или действий изложены в виде логической схемы, причем ответ на вопрос в логической схеме всегда связан с ранее заданным вопросом, но выполнение действия не предполагает обязательное завершение ранее выполненных действий. Для BWR все РУТА, связанные с поведением активной зоны и защитной оболочки, выполняются параллельно. Если действие оказывается неудачным, альтернативы предлагаются только в РУТА компании «Вестингауз».

A-25. Заранее определенных долгосрочных положений не существует. В РУТА компании «Вестингауз» содержатся определенные условия выхода на основе температуры на выходе из активной зоны, давления в первом контуре, давления в защитной оболочке, концентрации водорода и выбросов.

A-26. Признается важность получения надежной информации о возможностях, которые могут оказаться полезными для защиты барьеров и выполнения действий по защите таких барьеров. Ниже приведены примеры защиты второго барьера или третьего барьера:

- a) на всех PWR используются вычислительные средства, а на станциях с BWR применяются руководящие принципы технической поддержки;
- b) постепенный сброс давления не рассматривается, кроме самой последней версии РУТА для BWR, где медленный сброс давления упоминается как способ, позволяющий системе подпитки, использующей паровую турбину (система охлаждения при изоляции активной зоны реактора) работать максимально возможное время с использованием пара реактора;
- c) закачка воды в парогенераторы (наивысший приоритет для станций компании «Вестингауз») или в активную зону (другие станции с PWR и BWR);
- d) закачка воды в шахту реактора (одинаково для станций с PWR и BWR);
- e) мониторинг параметров, позволяющий подтвердить целостность корпуса реактора (на станциях компаний «Комбасчн энджиниринг» и «Бэбкок энд Уилкок»), и использование логических схем для характеристики отказа корпуса реактора (на станциях компании «Вестингауз» подобные схемы отсутствуют);
- f) использование диаграммы воспламеняемости для оценки риска потери целостности защитной оболочки в ситуациях, связанных с наличием воспламеняющихся смесей (используется на всех станциях с PWR с различной степенью сложности). На станциях с BWR этот вопрос рассматривается в руководящих принципах технической поддержки. Риск наличия водорода в фильтрах вентиляционной системы не рассматривается, так как фильтрование в этих системах не рассматривается.

ЯПОНИЯ

А–27. Управление по ядерному регулированию Японии требует, чтобы лицензиаты разрабатывали меры по управлению тяжелыми авариями и проектировали системы, конструкции и элементы для предотвращения и смягчения последствий тяжелых аварий с учетом уроков аварии на АЭС «Фукусима-дайти».

А–28. В пунктах А–29 по А–31 содержится краткое изложение разделов 1–3 новых регулирующих требований Управления по ядерному регулированию в отношении мер по управлению тяжелыми авариями на атомных электростанциях с легководными реакторами.

Новые регулирующие требования Управления по ядерному регулированию, раздел 1: требования в отношении мер при тяжелых авариях (основные системы, применяемые для каждой меры)

А–29. Раздел 1 новых регулирующих требований содержит следующую информацию:

- а) общие основные требования к оборудованию, применяемому для управления тяжелыми авариями:
 - і) производительность:
 - оборудование, предназначенное для использования при управлении тяжелыми авариями, должно⁵ проектироваться таким образом, чтобы оно имело достаточную производительность, позволяющую справиться с постулируемыми запроектными авариями;
 - мобильное оборудование, предназначенное для использования при управлении тяжелыми авариями, должно проектироваться таким образом, чтобы оно имело достаточную производительность с надлежащими запасами, в соответствии с необходимой надежностью оборудования, позволяющую справиться с постулируемыми запроектными авариями;

⁵ Использование выражений «должно», «должны» в настоящем приложении следует понимать как подразумевающее национальное регулирующее требование, а не требование безопасности МАГАТЭ.

- ii) условия окружающей среды и нагрузка: оборудование, предназначенное для использования при управлении тяжелыми авариями, должно проектироваться таким образом, чтобы оно функционировало в соответствии с требованиями и с достаточной надежностью в условиях окружающей среды и условиях нагрузки, существующих во время постулируемых запроектных аварий;
- iii) работоспособность: оборудование, предназначенное для использования при управлении тяжелыми авариями, должно проектироваться таким образом, чтобы обеспечивалась его эксплуатация в условиях постулируемых запроектных аварий;
- iv) разнообразие:
 - стационарное оборудование, предназначенное для использования в области предупредительных мер при управлении тяжелыми авариями, должно проектироваться с учетом максимального разнообразия по отношению к оборудованию для управления проектными авариями;
 - мобильное оборудование, предназначенное для использования в области предупредительных мер при управлении тяжелыми авариями, должно быть максимально разнообразным по отношению к оборудованию для управления проектными авариями и стационарному оборудованию для использования в области предупредительных мер при управлении тяжелыми авариями;
- v) предотвращение неблагоприятных воздействий: оборудование, предназначенное для использования при управлении тяжелыми авариями, должно быть установлено таким образом, чтобы не вызывать какого-либо неблагоприятного воздействия на другое оборудование;
- vi) легкость переключения: оборудование и процедуры должны быть подготовлены таким образом, чтобы имелась возможность легко и безопасно выполнять переход от нормальных конфигураций линии в случае, когда для управления тяжелыми авариями необходимо использовать другое оборудование, отличающееся от первоначального;
- vii) надежные соединения: должны быть предприняты меры с целью стандартизации способов подключения для обеспечения того, чтобы можно было выполнять простое и надежное подключение стационарного и мобильного оборудования для управления тяжелыми авариями и чтобы могла достигаться взаимозаменяемость такого оборудования на уровне систем

и блоков. Кроме того, должны быть подготовлены места для подключения нескольких устройств, разнесенные в пространстве таким образом, чтобы не допустить отключения вследствие отказа по общей причине;

viii) сейсмостойкость и цунамистойкость:

— соответствующие меры в отношении оборудования для использования в области смягчающих мер при управлении тяжелыми авариями (включая трубопроводы, арматуру и электрические кабели внутри зданий, помимо подключений к мобильному оборудованию для использования в области смягчающих мер при управлении тяжелыми авариями) должны приниматься таким образом, чтобы не был нанесен ущерб необходимым функциям, обеспечивающим устойчивость при воздействии стандартных колебаний почвы и стандартного цунами;

— оборудование для использования в области предупредительных мер при управлении тяжелыми авариями (включая трубопроводы, арматуру и электрокабели внутри зданий помимо подключений к мобильному оборудованию для использования в области предупредительных мер при управлении тяжелыми авариями) должно обладать такой же сейсмостойкостью и цунамистойкостью, что и соответствующее оборудование для управления проектными авариями;

ix) места хранения: хранящееся мобильное оборудование для управления тяжелыми авариями должно быть рассредоточено в разных местах, с тем чтобы затруднить воздействие на него внешних событий (например, землетрясений, цунами). Мобильное оборудование для использования при управлении тяжелыми авариями должно храниться отдельно от стационарного оборудования для использования при управлении тяжелыми авариями;

x) рабочие условия на площадке: места расположения оборудования для использования при управлении тяжелыми авариями должны быть выбраны таким образом, чтобы можно было выполнить установку, подключение, эксплуатацию и восстановление мобильного оборудования для использования при управлении тяжелыми авариями даже в случае постулируемой запроектной аварии, например, путем выбора подходящего места, которое серьезно не пострадает в ходе аварии, или путем повышения эффективности защиты;

- xi) защищенность подъездных путей: проектирование и содержание подъездных путей должно быть эффективным, с тем чтобы обеспечить наличие подъездных путей, необходимых для транспортировки мобильного оборудования для использования при управлении тяжелыми авариями или проверки повреждения оборудования в постулируемых условиях окружающей среды;
 - xii) запрет совместного использования: в принципе, стационарное оборудование для использования при управлении тяжелыми авариями не должно совместно использоваться более чем двумя энергоблоками. Однако это правило не должно применяться, если есть возможность уменьшить риски и совместное использование оборудования не оказывает другого вредного воздействия;
- b) подготовка процедур, проведение тренировок и разработка организационных систем: соответствующие организационные системы должны быть заранее определены путем формулирования процедур и проведения тренировок, с тем чтобы быстро и гибко управлять запроектными авариями;
- c) подготовка оборудования и процедур для следующих мер:
- i) мер по останову реактора;
 - ii) мер по охлаждению реактора при высоком давлении;
 - iii) мер по сбросу давления на границах контура теплоносителя реактора;
 - iv) мер по охлаждению реактора при низком давлении;
 - v) мер по обеспечению окончательного отвода тепла при управлении тяжелыми авариями;
 - vi) мер по охлаждению, сбросу давления и уменьшению количества радиоактивного материала в атмосфере корпуса защитной оболочки;
 - vii) мер по предотвращению отказа корпуса защитной оболочки из-за превышения давления;
 - viii) мер по охлаждению расплава активной зоны, скопившегося на дне корпуса реактора;
 - ix) мер по предотвращению взрывов водорода внутри корпуса защитной оболочки;
 - x) мер по предотвращению взрывов водорода внутри здания реактора и в других местах;
 - xi) мер по охлаждению, защите и поддержанию подкритического режима бассейнов выдержки отработанного топлива;
 - xii) мер по обеспечению наличия подпиточной воды и источников воды;

- xiii) мер по обеспечению источников электроснабжения для:
 - блочного щита управления;
 - центра аварийного реагирования;
 - контрольно-измерительных приборов;
 - оборудования дозиметрического контроля;
 - средств связи;
- xiv) мер по пресечению выбросов радиоактивного материала за пределы площадки.

Новые регулирующие требования Управления по ядерному регулированию, раздел 2: управление авариями в условиях внешних запроектных событий

A-30. В разделе 2 новых регулирующих требований содержится следующая информация:

- a) управление авариями с использованием мобильного оборудования:
 - i) должны быть разработаны процедуры для следующих видов деятельности и мер в ситуациях, когда станции был причинен значительный ущерб в результате крупномасштабного внешнего события природного или техногенного характера:
 - действия по тушению обширного пожара;
 - меры по уменьшению повреждения топлива;
 - меры по смягчению последствий отказа корпуса защитной оболочки;
 - меры по минимизации выброса радиоактивного материала;
 - меры по поддержанию необходимого уровня воды и смягчению последствий повреждения топлива в бассейнах выдержки отработавшего топлива;
 - ii) кроме того, должны быть подготовлены организационные системы и необходимое оборудование для выполнения этих работ в соответствии с процедурами;
- b) создание специализированной установки по обеспечению безопасности:
 - i) термин «специализированная установка по обеспечению безопасности» относится к установке, функцией которой является подавление крупного выброса радиоактивного материала, вызванного отказом корпуса защитной оболочки в случае серьезного повреждения активной зоны или ее практического разрушения вследствие внешнего события природного или техногенного характера;

- ii) специализированная установка по обеспечению безопасности должна создаваться согласно следующим принципам:
- на специализированной установке по обеспечению безопасности должны быть предусмотрены надлежащие меры для предотвращения потери необходимых функций в результате намеренного падения на здание реактора большого воздушного судна;
 - на специализированной установке по обеспечению безопасности должны быть предусмотрены надлежащие меры для предотвращения потери необходимых функций в результате проектных движений земной коры и цунами;
 - на специализированной установке по обеспечению безопасности должно быть установлено оборудование, необходимое для предотвращения отказа корпуса защитной оболочки;
 - оборудование должно быть спроектировано таким образом, чтобы его можно было использовать в течение определенного периода времени;
 - должна быть создана организация для поддержания функционирования специализированной установки по обеспечению безопасности.

Новые регулирующие требования Управления по ядерному регулированию, раздел 3: оценка эффективности мер по управлению тяжелыми авариями

A-31. В разделе 3 новых регулирующих требований содержится следующая информация:

- a) оценка эффективности мер по предотвращению повреждения активной зоны и отказа корпуса защитной оболочки:
- i) лицензиат должен постулировать запроектные аварии, которые могут приводить к тяжелому повреждению активной зоны и разрабатывать соответствующие меры по предотвращению тяжелого повреждения активной зоны;
 - ii) лицензиат должен постулировать режимы отказов корпуса защитной оболочки, которые могут возникать в сочетании с тяжелым повреждением активной зоны, и разрабатывать соответствующие меры по предотвращению отказа корпуса защитной оболочки;

- b) оценка эффективности мер по предотвращению повреждения топлива в бассейнах выдержки отработанного топлива;
- c) оценка эффективности мер по предотвращению повреждения топлива в реакторе во время останова.

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Guisnel, B.	компания «Электрисите де франс», Франция
Harter, R.L., Jr.	компания «РЛХ глобал сервисиз», Соединенные Штаты Америки
Jin, Y.	Корейский научно-исследовательский институт атомной энергии, Республика Корея
Kim, M.	Международное агентство по атомной энергии
Kolb, T.	Комиссия по ядерному регулированию, Соединенные Штаты Америки
Lovell, G.	компания «Брюс пауэр», Канада
Lutz, R.	компания «Лутц консалтинг», Соединенные Штаты Америки
Misak, J.	компания «ÚJV Řež» (НИИ ядерных исследований в г. Ржеж), Чешская Республика
Nakajima, T.	Управление по ядерному регулированию, Япония
Plank, H.	компания «Арева», Германия
Prior, R.	компания «Р П сейфти консалтинг», Соединенное Королевство
Sauvage, E.	компания «Арева», Франция
Ulses, A.	Международное агентство по атомной энергии
Vayssier, G.	«НСК недерландс», Нидерланды
Vidard, M.	консультант, Франция
Viktorov, A.	Канадская комиссия по ядерной безопасности, Канада



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

№ 26

ЗАКАЗ В 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

СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

Bernan / Rowman & Littlefield

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, USA

Тел.: +1 800 462 6420 • Факс: +1 800 338 4550

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

ОСТАЛЬНЫЕ СТРАНЫ

Просьба связаться с местным поставщиком по вашему выбору или с вашим основным дистрибьютером:

Eurospan Group

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

London EC1R 5DB

United Kingdom

Торговые заказы и справочная информация:

Тел: +44 (0) 1767604972 • Факс: +44 (0) 1767601640

Эл.почта: eurospan@turpin-distribution.com

Индивидуальные заказы:

www.eurospanbookstore.com/iaea

Дополнительная информация:

Тел: +44 (0) 2072400856 • Факс: +44 (0) 2073790609

Эл.почта: info@eurospangroup.com • Сайт: www.eurospangroup.com

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

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)

Международное агентство по атомной энергии

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

Телефон: +43 1 2600 22529 или 22530 • Факс: +43 1 26007 22529

Эл.почта: sales.publications@iaea.org • Сайт: <https://www.iaea.org/ru/publikacii>

Обеспечение безопасности с помощью международных норм

**МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА**