

Нормы безопасности МАГАТЭ

для защиты людей и охраны окружающей среды

Управление старением и разработка программы долгосрочной эксплуатации атомных электростанций

Специальное руководство по безопасности
№ SSG-48



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.

УПРАВЛЕНИЕ СТАРЕНИЕМ
И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ
ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

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- ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ РЕСПУБЛИКА
БОЛГАРИЯ	ЛАТВИЯ	СЛОВАКИЯ
БОЛИВИЯ, МНОГОНАЦИОНАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВО	ЛЕСОТО	СЛОВЕНИЯ
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	ЛИБЕРИЯ	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО ВЕЛИКОБРИТАНИИ И СЕВЕРНОЙ ИРЛАНДИИ
БОТСВАНА	ЛИВАН	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ
БРАЗИЛИЯ	ЛИВИЯ	СУДАН
БРУНЕЙ-ДАРУССЛАМ	ЛИТВА	СЬЕРРА-ЛЕОНЕ
БУРКИНА-ФАСО	ЛИХТЕНШТЕЙН	ТАДЖИКИСТАН
БУРУНДИ	ЛЮКСЕМБУРГ	ТАИЛАНД
ВАНУАТУ	МАВРИКИЙ	ТОГО
ВЕНГРИЯ	МАВРИТАНИЯ	ТОНГА
ВЕНЕСУЭЛА, БОЛИВАРИАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	МАДАГАСКАР	ТРИНИДАД И ТОБАГО
ВЬЕТНАМ	МАЛАВИ	ТУНИС
ГАБОН	МАЛАЙЗИЯ	ТУРКМЕНИСТАН
ГАИТИ	МАЛИ	ТУРЦИЯ
ГАЙАНА	МАЛЬТА	УГАНДА
ГАНА	МАРОККО	УЗБЕКИСТАН
ГВАТЕМАЛА	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	УКРАИНА
ГЕРМАНИЯ	МЕКСИКА	УРУГВАЙ
ГОНДУРАС	МОЗАМБИК	ФИДЖИ
ГРЕНАДА	МОНАКО	ФИЛИППИНЫ
ГРЕЦИЯ	МОНГОЛИЯ	ФИНЛЯНДИЯ
ГРУЗИЯ	МЬЯНМА	ФРАНЦИЯ
ДАНИЯ	НАМИБИЯ	ХОРВАТИЯ
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА КОНГО	НЕПАЛ	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ДЖИБУТИ	НИГЕР	ЧАД
ДОМИНИКА	НИГЕРИЯ	ЧЕРНОГОРИЯ
ДОМИНИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	НИДЕРЛАНДЫ	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ЕГИПЕТ	НИКАРАГУА	ЧИЛИ
ЗАМБИЯ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ШВЕЙЦАРИЯ
ЗИМБАБВЕ	НОРВЕГИЯ	ШВЕЦИЯ
ИЗРАИЛЬ	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА ТАНЗАНИЯ	ШРИ-ЛАНКА
ИНДИЯ	ОБЪЕДИНЕННЫЕ АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ЭКВАДОР
ИНДОНЕЗИЯ	ОМАН	ЭРИТРЕЯ
ИОРДАНИЯ	ПАКИСТАН	ЭСВАТИНИ
ИРАК	ПАЛАУ	ЭСТОНИЯ
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ РЕСПУБЛИКА	ПАНАМА	ЭФИОПИЯ
ИРЛАНДИЯ	ПАПАУ — НОВАЯ ГВИНЕЯ	ЮЖНАЯ АФРИКА
ИСЛАНДИЯ	ПАРАГВАЙ	ЯМАЙКА
ИСПАНИЯ	ПЕРУ	ЯПОНИЯ
ИТАЛИЯ	ПОЛЬША	
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-48

УПРАВЛЕНИЕ СТАРЕНИЕМ
И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ
ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

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/1814

УПРАВЛЕНИЕ СТАРЕНИЕМ И РАЗРАБОТКА
ПРОГРАММЫ ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
МАГАТЭ, ВЕНА, 2023 ГОД
STI/PUB/1814
ISBN 978–92–0–436122–3 (печатный формат)
ISBN 978–92–0–436022–6 (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.



РИС. 1. Долгосрочная структура Серии норм безопасности МАГАТЭ.

Если требования не выполняются, то должны приниматься меры для достижения или восстановления требуемого уровня безопасности. Формат и стиль требований облегчают их гармоничное использование для создания национальной основы регулирования. Требования, включая пронумерованные всеобъемлющие требования, выражаются формулировками «должен, должна, должно, должны». Многие требования 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 (ГРАНССК), а также Комиссия по нормам безопасности (КНБ), которая осуществляет надзор за программой по нормам безопасности МАГАТЭ (см. рис. 2).

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

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



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

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ДРУГИМИ МЕЖДУНАРОДНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

При разработке норм безопасности МАГАТЭ 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 (1.8–1.10)	3
	Область применения (1.11–1.14)	3
	Структура (1.15)	4
2.	ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ (2.1–2.5)	5
	Управление старением (2.6–2.24)	5
	Управление моральным износом (2.25–2.29)	10
	Программа долгосрочной эксплуатации (2.30–2.32)	11
3.	УПРАВЛЕНИЕ СТАРЕНИЕМ НА ПРОТЯЖЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ (3.1–3.6)	13
	Проектирование (3.7–3.12)	15
	Изготовление и сооружение (3.13–3.15)	17
	Ввод в эксплуатацию (3.16–3.19)	18
	Эксплуатация (3.20–3.30)	19
	Долгосрочная эксплуатация (3.31–3.36)	20
	Приостановка эксплуатации (3.37–3.40)	22
	Вывод из эксплуатации (3.41, 3.42)	22
4.	СООТВЕТСТВУЮЩАЯ СТАНЦИОННАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПРОГРАММЫ (4.1, 4.2)	23
	Отчет по обоснованию безопасности и другие документы текущей основы для лицензирования (4.3–4.8)	24
	Программы управления конфигурацией и модификациями, включая документацию проектной основы (4.9–4.15)	26
	Станционные программы (4.16–4.48)	27
	Программа корректирующих мер (4.49–4.53)	32
5.	УПРАВЛЕНИЕ СТАРЕНИЕМ	34
	Организационное обеспечение (5.1–5.8)	34
	Сбор данных и ведение учета (5.9–5.13)	36

Задание объема управления старением конструкций, систем и элементов (5.14–5.21)	38
Рассмотрение управления старением (5.22–5.36)	41
Программы управления старением (5.37–5.63)	48
Анализ ограниченного по времени старения (5.64–5.69)	54
Документация по управлению старением (5.70–5.74)	57
6. УПРАВЛЕНИЕ МОРАЛЬНЫМ ИЗНОСОМ (6.1–6.12)	58
7. ПРОГРАММА ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ (7.1, 7.2)	61
Организационное обеспечение (7.3, 7.4)	61
Принципы долгосрочной эксплуатации и подход к ней (7.5–7.15)	62
Разработка программы долгосрочной эксплуатации (7.16–7.19)	64
Определение круга конструкций, систем и элементов для долгосрочной эксплуатации (7.20)	67
Рассмотрение управления старением в целях долгосрочной эксплуатации (7.21–7.25)	67
Анализ стационарных программ и программ управления старением для целей долгосрочной эксплуатации (7.26–7.27)	68
Подтверждение действительности анализов ограниченного по времени старения (7.28)	69
Документация для нужд долгосрочной эксплуатации (7.29–7.38)	69
Рассмотрение и утверждение регулирующим органом (7.39, 7.40)	72
Осуществление программы долгосрочной эксплуатации (7.41)	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	73
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	75

1. ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Настоящее Руководство по безопасности подготовлено в соответствии с программой МАГАТЭ по нормам безопасности. Требования к проектированию, вводу в эксплуатацию и эксплуатации атомных электростанций определены в документах Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSR-2/1 (Rev. 1) «Безопасность атомных электростанций: проектирование» [1] и № SSR-2/2 (Rev. 1) «Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация» [2]. Требования к оценке безопасности определены в документе Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 4 (Rev. 1) «Оценка безопасности установок и деятельности» [3]. В публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 1 (Rev. 1) «Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности» [4] рассматриваются вопросы регулирования применительно ко всему периоду эксплуатации установок и выполнения соответствующей деятельности и последующему периоду ведомственного контроля до тех пор, пока уровень остаточной радиационной опасности не станет незначительным.

1.2. Управление старением атомной электростанции организуется для того, чтобы эффекты старения не повлияли на способность конструкций, систем и элементов (КСЭ) выполнять требуемые функции безопасности на протяжении всего жизненного цикла атомной электростанции (в том числе на этапе вывода из эксплуатации), а также для учета изменений, происходящих с течением времени и в процессе использования [1]. Это требует рассмотрения эффектов физического старения КСЭ, ведущих к ухудшению их рабочих характеристик, и нефизического старения (морального износа) КСЭ, т.е. их устаревания по сравнению с современными знаниями, кодексами, нормами и требованиями, а также технологиями.

1.3. Управление старением наиболее эффективно в случае его надлежащего осуществления на всех этапах жизненного цикла атомной электростанции.

1.4. Эффективное управление старением КСЭ — залог безопасной и надежной эксплуатации атомной электростанции. В целях содействия государствам-членам в эффективном управлении старением МАГАТЭ разработало Международную программу по общим урокам, связанным со старением (ИГАЛЛ) [5, 6]. Кроме того, все большее значение приобретает

безопасность атомных электростанций при долгосрочной эксплуатации ввиду неуклонного роста количества эксплуатирующих организаций, ставящих своей приоритетной задачей продолжение эксплуатации атомных электростанций сверх первоначально установленного срока.

1.5. Настоящее Руководство по безопасности дополняет и устанавливает рекомендации по выполнению требований к управлению старением и долгосрочной эксплуатации, установленных в публикациях SSR-2/1 (Rev. 1) [1] и SSR-2/2 (Rev. 1) [2]. В нем определяются ключевые элементы эффективного управления старением атомных электростанций.

1.6. Настоящая публикация представляет собой новую редакцию руководства по безопасности «Управление старением атомных электростанций», выпущенного в 2014 году, и заменяет собой это руководство, а также заменяет два документа Серии докладов по безопасности, выпущенных МАГАТЭ в 1999 и 2008 годах¹. В настоящей редакции приняты во внимание тенденции в управлении старением атомных электростанций всего мира и расширена сфера охвата за счет включения мер по поддержанию безопасности атомных электростанций во время долгосрочной эксплуатации.

1.7. Публикация Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-25 «Периодическое рассмотрение безопасности атомных электростанций» [7] также содержит рекомендации по некоторым аспектам физического старения КСЭ, но в большей степени посвящена вопросам нефизического старения КСЭ. В SSG-25 [7] также подчеркивается необходимость поиска путей совершенствования систем безопасности и внесения тех усовершенствований, которые практически осуществимы в том случае, если станция будет продолжать работать сверх первоначально установленного срока эксплуатации.

¹ МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Управление старением атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.12, МАГАТЭ, Вена (2014).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Implementation and Review of a Nuclear Power Plant Ageing Management Programme, Safety Reports Series No. 15, IAEA, Vienna (1999).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants, Safety Reports Series No. 57, IAEA, Vienna (2008).

ЦЕЛЬ

1.8. Цель настоящего Руководства — предоставить рекомендации по выполнению требования 30 «Аттестация узлов, важных для безопасности», требования 31 «Управление старением» публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [1], требования 14 «Управление старением» и требования 16 «Программа долгосрочной эксплуатации» публикации SSR-2/2 (Rev. 1) [2].

1.9. Настоящее Руководство по безопасности дает эксплуатирующим организациям рекомендации по налаживанию и улучшению процесса управления старением, а также по разработке программы безопасной долгосрочной эксплуатации атомных электростанций, в которой, помимо прочего, должным образом учитывается проблема управления старением.

1.10. Настоящее Руководство по безопасности также может быть использовано регулирующим органом при подготовке регулирующих требований, кодексов и норм, а также при проверке фактических мероприятий по управлению старением, проводимых на атомных электростанциях.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.11. Рекомендации, представленные в настоящем Руководстве по безопасности, применимы к атомным электростанциям на протяжении всего жизненного цикла (включая вывод из эксплуатации) с учетом различий в конструкциях реакторов во всем мире.

1.12. Настоящее Руководство по безопасности посвящено главным образом управлению процессом физического старения КСЭ, охваченных программой управления старением («охваченных программой КСК»). В нем также содержатся рекомендации по вопросам безопасности управления моральным износом и рекомендации в отношении программы безопасной долгосрочной эксплуатации атомных электростанций с акцентом на деятельность, связанную с управлением старением.

1.13. Другие аспекты безопасной долгосрочной эксплуатации, такие как устаревание знаний (т.е. вопросы, связанные с управлением знаниями и людскими ресурсами) и соблюдение современных регулирующих требований, кодексов и норм, равно как и вопросы проектирования станций, влияния долгосрочной эксплуатации на окружающую среду, экономической

оценки и стратегии долгосрочного инвестирования выходят за рамки настоящего Руководства по безопасности. Они рассмотрены в других нормах безопасности МАГАТЭ (см. [1, 7, 8]).

1.14. Рекомендации настоящего Руководства по безопасности также применимы к объектам для хранения отработавшего топлива и обращения с радиоактивными отходами, которые являются частью атомной электростанции. Рекомендации настоящего Руководства также могут быть использованы в качестве основы для управления старением на отдельных объектах, предназначенных для хранения отработавшего ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами. В этой связи следует руководствоваться рекомендациями публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-15 «Storage of Spent Nuclear Fuel» («Хранение отработавшего ядерного топлива») [9].

СТРУКТУРА

1.15. В разделе 2 описаны основные концепции управления старением и моральным износом и их применение в рамках программы безопасной долгосрочной эксплуатации; эти концепции формируют общую основу для рекомендаций, приведенных в разделах 3–7. В разделе 3 даются рекомендации по управлению старением КСЭ на каждом отдельном этапе жизненного цикла атомной электростанции. Раздел 4 содержит рекомендации по станционной документации и программам, относящимся к управлению старением и безопасной долгосрочной эксплуатации. В разделе 5 даются рекомендации по управлению старением, применимые на протяжении всего жизненного цикла атомной электростанции. В разделе 6 содержатся рекомендации по управлению моральным износом на стадии эксплуатации. Раздел 7 содержит рекомендации в отношении деятельности по управлению старением, которая имеет важное значение для долгосрочной эксплуатации атомной электростанции.

2. ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ

2.1. В данном разделе представлены концепции управления старением и их применение в рамках программы долгосрочной эксплуатации; эти концепции формируют общую основу для рекомендаций, приведенных в разделах 3–7 настоящего Руководства по безопасности.

2.2. Физическое старение — это общий процесс, при котором физические характеристики КСЭ постепенно ухудшаются с течением времени или в ходе эксплуатации из-за физического износа или вследствие химических или биологических процессов (т.е. механизмов деградации).

2.3. Нефизическое старение КСЭ — это процесс, связанный с устареванием техники (т.е. моральным износом), которое происходит вследствие эволюции имеющихся и появления новых знаний и технологий, а также связанных с этим изменений в требованиях, кодексах и нормах.

2.4. В настоящем Руководстве по безопасности под «старением» понимается физическое старение, а под «моральным износом» — нефизическое старение.

2.5. Оценка последствий совокупного воздействия как физического, так и морального износа на безопасность атомной электростанции — это непрерывный процесс, который требует своей оценки в ходе периодического рассмотрения безопасности или эквивалентной оценки безопасности в рамках альтернативных мероприятий (см. пп. 4.6–4.8) [2, 7].

УПРАВЛЕНИЕ СТАРЕНИЕМ

2.6. Эффективное управление старением на протяжении жизненного цикла КСЭ требует использования систематического подхода к управлению эффектами старения, который определяет основу для координации всех мероприятий, касающихся изучения, предотвращения, обнаружения, мониторинга и ослабления эффектов старения конструкций и элементов электростанции. Этот подход проиллюстрирован на рис. 1, который является адаптацией цикла Деминга «планирование-действие-проверка-корректировка» к управлению старением КСЭ.

2.7. Изучение процессов старения КСЭ, проиллюстрированное на рис. 1, является залогом эффективного управления старением. Такое изучение основывается на знании:

- a) текущей основы для лицензирования² и, в соответствующих случаях, ее предполагаемых изменений (в том числе регулирующих требований, кодексов и норм);
- b) функций безопасности КСЭ и других заданных им функций;
- c) используемых процессов проектирования и изготовления (сюда относятся материал, свойства материала, негативные остаточные эффекты методов изготовления, такие как холодная обработка или остаточные напряжения в сварных швах, особые условия обслуживания, результаты инспекций и обследований и тестирование при изготовлении);
- d) результатов аттестации оборудования (при необходимости);
- e) условий внешней среды для КСЭ в течение продолжительного периода строительства, поскольку они могут повлиять на характеристики старения КСЭ;
- f) условий внешней среды для КСЭ при эксплуатации и в периоды останова, включая, как минимум, температуры, уровни влажности, водные параметры (например, качество воды, содержание вредных примесей) и поля нейтронного или гамма-излучения;
- g) истории эксплуатации, облучения и технического обслуживания КСЭ, в том числе хронологии их ввода в эксплуатацию, ремонта, модификаций и эксплуатационного контроля;
- h) опыта эксплуатации данной электростанции или других атомных электростанций;
- i) результатов соответствующих исследований;
- j) данных и тенденций изменения данных мониторинга состояния, инспекций и технического обслуживания.

² Под «текущей основой для лицензирования» понимается набор регулирующих требований, применимых к конкретной станции, обязательства эксплуатирующей организации по обеспечению соблюдения применимых нормативных требований и по эксплуатации в рамках этих требований и проектные основы данной конкретной станции (включая все модификации и добавления к таким обязательствам на протяжении срока действия лицензии). Текущая основа для лицензирования также включает информацию о проектных основах данной конкретной станции, документированную в техническом обосновании безопасности (куда, как правило, включаются анализы ограниченные по времени старения), отчетах о периодическом рассмотрении безопасности и других станционных документах.

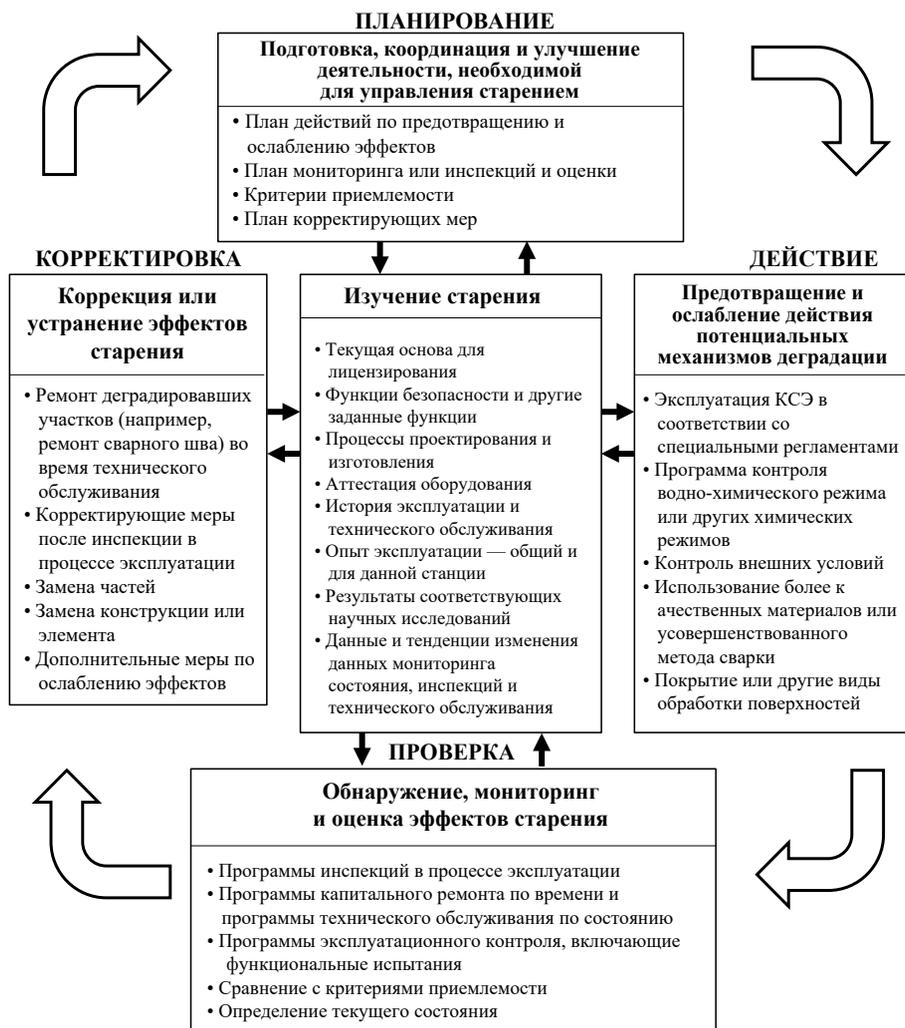


РИС. 1. Системный подход к управлению старением.

2.8. Для поддержания безопасности станции эффекты старения КСЭ (т.е. итоговые изменения в характеристиках) должны обнаруживаться своевременно, т.е. когда еще есть возможность предпринять соответствующие действия, чтобы гарантировать выполнение функций безопасности КСЭ в течение всего жизненного цикла атомной электростанции.

2.9. Блок «планирование» на рис. 1 включает в себя координацию, интеграцию и изменение существующих программ и мероприятий, связанных с управлением старением КСЭ, и, при необходимости, разработку новых программ.

2.10. В процесс управления старением входят действия по проектированию, эксплуатации и техническому обслуживанию в целях предупреждения старения КСЭ или удерживания его в допустимых пределах. Управление старением — это междисциплинарный процесс, включающий в себя инженерное проектирование, техническое обслуживание, эксплуатационный контроль, аттестацию оборудования, инспекции в процессе эксплуатации, анализ безопасности и другие соответствующие станционные программы. Руководящие указания по техническому обслуживанию, эксплуатационному контролю и инспекциям в процессе эксплуатации даны в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № NS-G-2.6 «Техническое обслуживание, надзор и инспекции при эксплуатации на атомных электростанциях» [10].

2.11. Управление старением охватывает все виды деятельности, направленные на предотвращение эффектов старения или их удерживание в допустимых пределах на протяжении всего жизненного цикла атомной электростанции (т.е. на этапах проектирования, изготовления или сооружения, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, включая долгосрочную эксплуатацию, и вывода из эксплуатации, включая длительный останов), как описано в разделе 3.

2.12. Старение КСЭ увеличивает вероятность возникновения отказов по общим причинам (т.е. деградации двух или более физических барьеров или резервируемых конструкций и элементов), что может привести к нарушению одного или нескольких уровней защиты, созданных согласно концепции глубокоэшелонированной защиты. Поэтому при определении конструкций и элементов, охватываемых программой управления старением, не следует полагаться на наличие резервирования КСЭ.

2.13. Для обеспечения единообразного подхода к управлению старением программы управления старением следует разрабатывать на основе структурированной методологии, описанной в разделе 5.

2.14. Действующие станционные программы, в том числе программы технического обслуживания, аттестации оборудования, инспекций в процессе эксплуатации, эксплуатационного контроля и контроля

водно-химического режима, которые в соответствующих случаях могут иметь значение для управления старением, эффектами старения и механизмами деградации, описаны в разделе 4.

2.15. Если действующих станционных программ недостаточно, их следует улучшить; в противном случае следует разработать и внедрить новые программы управления старением, как описано в разделе 5.

2.16. На практике изучение механизмов деградации и управление эффектами старения происходит на уровне конкретной конструкции или элемента. Однако программы управления старением отдельных конструкций или элементов могут быть объединены в программу управления старением уровня системы и/или станции.

2.17. Блок «действие» на рис. 1 включает в себя предотвращение и ослабление ожидаемых эффектов старения и действия механизмов деградации КСЭ за счет разработки специального эксплуатационного регламента, программы контроля водно-химического режима или другого химического режима или другой программы контроля внешней среды и/или путем иных действий по предотвращению и ослаблению эффектов.

2.18. На практике эффективное управление старением осуществляется путем координации существующих на станции программ и процессов (или их элементов, имеющих отношение к старению), а также внешних мероприятий, таких как научные исследования и разработки, наряду с выполнением, координацией или использованием в этих целях других специальных мероприятий, как описано в разделе 5.

2.19. Блок «проверка» на рис. 1 включает своевременное обнаружение и характеризацию значимых эффектов старения и механизмов деградации путем инспекций и мониторинга конструкций и элементов, а также оценку наблюдаемых эффектов старения для определения типа и времени принятия всех необходимых корректирующих мер [8].

2.20. Блок «корректировка» на рис. 1 включает своевременную коррекцию эффектов старения конструкций и элементов, а также принятия дальнейших мер по предотвращению или ослаблению этих эффектов за счет технического обслуживания и конструктивных изменений, включая ремонт и замену конструкций и элементов.

2.21. Замкнутый цикл на рис. 1 указывает на продолжение и совершенствование управления старением на основе информации о соответствующем опыте эксплуатации, результатов научных исследований и разработок и результатов самооценки и независимой экспертизы таким образом, чтобы обеспечивалось решение новых проблем старения.

2.22. Анализы ограниченного по времени старения (также называемые «анализами безопасности, в которых использованы допущения с ограничением по времени») должны показать, что анализируемые эффекты старения не будут отрицательно влиять на способность конструкции или элемента выполнять заданную функцию(и) в течение предполагаемого периода эксплуатации (см. пп. 5.64–5.69).

2.23. В анализах ограниченного по времени старения задействованы два типа параметров. Первый параметр — зависимая от времени переменная, используемая при анализе. Примерами такого параметра являются поток нейтронов, время эксплуатации или количество термических циклов, пройденных конструкцией или элементом. Второй параметр — связанный с первым параметром эффект старения, каковым может быть нейтронное охрупчивание материала корпуса, кумулятивный коэффициент разрушений при усталостной нагрузке или, соответственно, термическое охрупчивание аустенитной нержавеющей стали. Оба параметра должны оцениваться и сравниваться с нормативным пределом или критерием для определения пригодности конструкции или элемента к дальнейшей эксплуатации.

2.24. Эффективность управления старением должна периодически анализироваться в целях поддержания безопасности станции, обеспечения обратной связи и постоянного совершенствования работы (см. пп. 5.54–5.63).

УПРАВЛЕНИЕ МОРАЛЬНЫМ ИЗНОСОМ

2.25. Безопасность атомной электростанции может снизиться в том случае, если моральный износ КСЭ не был выявлен заблаговременно, а корректирующие меры не были приняты прежде, чем произошло снижение надежности или готовности к работе КСЭ.

2.26. Управление моральным износом — составляющая общего подхода к повышению безопасности атомной электростанции за счет непрерывных улучшений как в части производительности КСЭ, так и в части управлении безопасностью.

2.27. Существует несколько типов морального износа. Предмет, проявления, последствия и подходы к управлению для трех типов морального износа представлены в таблице 1.

2.28. Рекомендации по управлению устареванием технологий (также называемым технологическим устареванием) приведены в разделе 6.

2.29. Концептуальные аспекты морального износа, такие как устаревание знаний и обеспечение соблюдения современных правил, кодексов и стандартов, затрагиваются в рамках требований 5 и 12 документа SSR-2/2 (Rev. 1) [2], которые посвящены политике в области безопасности и периодическому рассмотрению безопасности, а также в рамках факторов безопасности 2 и 8 документа SSG-25 [7], касающихся фактического состояния КСЭ, важных для безопасности, и состояния безопасности. Рекомендации по этим аспектам морального износа в данном Руководстве по безопасности не приводятся.

ПРОГРАММА ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.30. Долгосрочная эксплуатация атомной электростанции — это эксплуатация сверх временных рамок, определенных сроком действия лицензии, первоначальным проектом станции, соответствующими стандартами или национальными регулирующими положениями. Долгосрочная эксплуатация должна быть обоснована результатами оценки безопасности; в зависимости от страны данное обоснование может предоставляться в рамках более широкого процесса регулирования, такого как продление действия лицензии или периодическое рассмотрение безопасности (см. SSG-25 [7]). Среди различных тем, охватываемых оценкой безопасности, особое внимание следует уделять надлежащему управлению теми процессами старения, которые могут негативно воздействовать на КСЭ, включенные в объем оценки на предмет долгосрочной эксплуатации, и обеспечению того, чтобы эти КСЭ сохранили способность выполнять заданные функции безопасности в течение всего запланированного периода долгосрочной эксплуатации.

ТАБЛИЦА 1 ТИПЫ МОРАЛЬНОГО ИЗНОСА

Предмет износа	Проявления	Последствия	Управление
Технология	Отсутствие запасных частей и технической поддержки Отсутствие поставщиков Отсутствие промышленных мощностей	Снижение производительности и безопасности станции из-за увеличения частоты отказов и уменьшения надежности	Систематическое уточнение полезного срока службы и ожидаемого морального износа КСЭ Предоставление запасных частей на планируемый срок службы и своевременная замена деталей Долгосрочные соглашения с поставщиками Разработка эквивалентных конструкций или элементов
Правила, кодексы и стандарты	Отклонение конструкций, элементов и ПО от действующих правил, кодексов и стандартов Проектные недостатки (например, в части аттестации оборудования, разделения, разнообразия или возможностей управления тяжелыми авариями)	Безопасность установки ниже уровня, требуемого действующими правилами, кодексами и стандартами (например, недостатки глубокошелюпированной защиты или повышенный риск (частота) поврежденных активной зоны)	Систематическая переоценка безопасности станции на соответствие действующим правилам, кодексам и стандартам (например, посредством периодического расследования безопасности) и соответствующие усовершенствования, доработки или модернизация
Знания	Знания действующих правил, кодексов и стандартов, а также технологий, относящихся к КСЭ, не поддерживаются на современном уровне	Упущенные возможности повысить безопасность станции	Постоянное обновление знаний и совершенствование их применения

2.31. Станционная программа долгосрочной эксплуатации представляет собой комплекс мероприятий, включая анализы, оценки, техническое обслуживание, инспекции и испытания, имеющих целью обоснование и демонстрацию безопасности установки в течение планируемого периода долгосрочной эксплуатации. Программа долгосрочной эксплуатации должна основываться на национальных регулирующих требованиях, учитывать передовую международную практику, опыт эксплуатации и результаты научных исследований и включать план осуществления, как описано в разделе 7.

2.32. Если принимается решение о вступлении на путь, ведущий к долгосрочной эксплуатации, следует обосновать адекватность управления старением в течение планируемого периода долгосрочной эксплуатации на основе результатов периодических рассмотрений безопасности [7] либо результатов адекватного процесса оценки (который включает в себя определение объема, рассмотрение управления старением и подтверждение анализов ограниченного по времени старения, как описано в настоящем Руководстве по безопасности), и адекватность такого обоснования должна быть оценена регулирующим органом.

3. УПРАВЛЕНИЕ СТАРЕНИЕМ НА ПРОТЯЖЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

3.1. Управление старением охваченных программой КСЭ (см. пп. 5.14–5.21) следует осуществлять с должным опережением и дальновидностью на протяжении всего жизненного цикла станции (т.е. при проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации (включая долгосрочную эксплуатацию и временный останов) и выводе из эксплуатации) с учетом соответствующих методов, затрат и уровней облучения работников. Управление эффектами старения следует учитывать во всех смежных видах деятельности, таких как инженерное проектирование, закупки, изготовление, перевозка и установка.

3.2. Следует установить регулирующие требования к управлению старением и подготовить руководство для того, чтобы эксплуатирующая организация атомной электростанции принимала эффективные меры по управлению старением на каждом этапе жизненного цикла атомной электростанции.

3.3. Требования к использованию опыта эксплуатации и результатов научных исследований и разработок установлены в требовании 6 SSR-2/1 (Rev. 1) [1] и требовании 24 SSR-2/2 (Rev. 1) [2], а также в GSR Part 4 (Rev. 1) [3]. Применительно к управлению старением и долгосрочной эксплуатации такие мероприятия следует сосредоточить на:

- a) обеспечении того, чтобы анализы на всех уровнях выполнялись либо требования к ним задавались, а результаты принимались квалифицированными специалистами эксплуатирующей организации для обеспечения учета конкретных аспектов, касающихся управления старением и долгосрочной эксплуатации;
- b) улучшении понимания эффектов старения всех охваченных программой КСЭ путем анализа опыта эксплуатации данной атомной электростанции, других атомных электростанций и, в соответствующих случаях, опыта других отраслей, а также путем анализа результатов научных исследований и разработок;
- c) применении извлеченных уроков для модернизации и улучшения деятельности по управлению старением.

3.4. Эксплуатирующая организация в сотрудничестве с проектной организацией и поставщиками оборудования должна обеспечить применение упреждающих стратегий управления старением, особенно на этапах проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию. В таких стратегиях должны учитываться новейшие знания об эффектах старения и механизмах деградации. В публикации [11] представлена более подробная информация об упреждающих стратегиях управления старением атомных электростанций.

3.5. Роли всех организаций, которые участвуют в управлении старением КСЭ на разных этапах и в рамках разных видов деятельности, должны быть надлежащим образом определены и согласованы.

3.6. Мероприятия по управлению старением должны контролироваться регулирующим органом на протяжении всего жизненного цикла атомной электростанции.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

3.7. На стадии проектирования станции и для целей рассмотрения лицензионной заявки следует продемонстрировать, что старение было надлежащим образом учтено.

3.8. Должны быть приняты соответствующие меры, такие как внесение в проект специальных элементов, облегчающих эффективное управление старением в течение всего этапа эксплуатации станции. Такие меры должны быть применены также в отношении модификаций и замены конструкций или элементов. Требованиями 30 и 31 SSR-2/1 (Rev. 1) [1] устанавливаются требования к проектированию КСЭ, важных для безопасности, связанные с управлением старением.

3.9. На этапе проектирования следует обеспечить, чтобы:

- a) эксплуатационные состояния и аварийные условия данной станции были учтены в программе аттестации оборудования;
- b) в проекте были учтены условия внешней среды в эксплуатационных состояниях и аварийных ситуациях;
- c) все потенциальные эффекты старения и механизмы деградации КСЭ, которые будут выполнять пассивные и активные функции, были идентифицированы, оценены и учтены в проекте. Примеры эффектов старения и механизмов деградации приведены в [5];
- d) соответствующий опыт (включая опыт строительства, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации атомных электростанций) и результаты научных исследований были изучены и учтены в проекте;
- e) были использованы подходящие материалы с адекватными свойствами, обеспечивающими устойчивость к старению;
- f) имелись программы испытания материалов для периодического мониторинга эффектов старения во время эксплуатации станции с учетом необходимости доступа к конструкциям и элементам;
- g) был предусмотрен непрерывный контроль, особенно в тех случаях, когда он позволяет предупредить деградацию, ведущую к отказу КСЭ, и когда последствия отказа имеют значение для безопасности;
- h) были приняты соответствующие меры к тому, чтобы инспекции и техническое обслуживание КСЭ могли проводиться на протяжении всего срока службы атомной электростанции;

- i) была учтена возможность введения соответствующих мер по предотвращению и/или ослаблению эффектов (например, соответствующих программ контроля химического режима).

3.10. В проектной и закупочной документации для новой атомной электростанции или новых КСЭ эксплуатирующая организация должна указывать требования, которые облегчают управление старением, в том числе информацию, которая должна быть включена в документацию от поставщиков основного оборудования, подрядчиков, прочих поставщиков и изготовителей.

3.11. Управление старением должно упоминаться в отчете по обоснованию безопасности и других лицензионных документах. Описание управления старением в отчете по обоснованию безопасности должно включать общую информацию по следующим темам [12]:

- a) стратегия управления старением и условия ее реализации;
- b) идентификация всех КСЭ, которые могут быть затронуты старением и охватываются деятельностью по управлению старением;
- c) предложения по соответствующим программам мониторинга материалов и отбора проб в тех случаях, когда будет установлено, что потенциально возможные эффекты старения могут повлиять на способность КСЭ выполнять заданные функции на протяжении всего срока службы станции;
- d) управление старением различных типов КСЭ, охваченных программой (например, железобетонных конструкций, механических компонентов и оборудования, электрооборудования и кабелей, контрольно-измерительных приборов и кабелей), и средства мониторинга их деградации;
- e) исходные проектные данные для аттестации оборудования охваченных программой КСЭ (см. пп. 4.23–4.31), в том числе необходимое оборудование, и функции оборудования, которые должны быть аттестованы для эксплуатации в штатных условиях и в условиях, ассоциируемых с постулированными исходными событиями;
- f) общие принципы, указывающие, как следует поддерживать условия внешней среды КСЭ в определенных рабочих ситуациях (например, посредством надлежащего размещения вентиляционных устройств, изоляции КСЭ, нагретых до высокой температуры, радиационной защиты, демпфирования вибраций, предотвращения затопления и надлежащей трассировки кабелей);

- g) соответствующий учет результатов анализа данных об опыте эксплуатации в части старения.

3.12. Эксплуатирующей организации следует ввести специальную программу аттестации оборудования, учитывающую в том числе старение КСЭ, которая отвечает требованию 30 SSR-2/1 (Rev. 1) [1] и требованию 13 SSR-2/2 (Rev. 1) [2].

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И СООРУЖЕНИЕ

3.13. Эксплуатирующей организации следует обеспечить, чтобы поставщики должным образом учитывали факторы, влияющие на управление старением, и чтобы эксплуатирующей организации в достаточном объеме предоставлялась информация и данные об изготовлении, чтобы она могла учитывать эту информацию при разработке программ управления старением, в том числе регламентов эксплуатации и технического обслуживания.

3.14. Эксплуатирующей организации следует обеспечить, чтобы:

- a) современные знания о соответствующих потенциальных эффектах старения и механизмах деградации, а также возможные меры по предотвращению и/или ослаблению их действия учитывались производителями при изготовлении и сооружении охваченных программой КСЭ;
- b) условия перевозки и хранения готового оборудования были подходящими с точки зрения предотвращения преждевременных эффектов старения и/или условий, которые могут способствовать последующему старению;
- c) все соответствующие справочные (исходные) данные (например, информация и данные о химическом составе и свойствах материалов) собирались и документировались;
- d) в наличии имелось достаточное количество контрольных образцов для конкретных программ мониторинга старения (с охватом возможных периодов долгосрочной эксплуатации), которые могут быть получены согласно проектным спецификациям;
- e) аттестационные испытания оборудования, проводимые заводом-изготовителем, находились в соответствии с применимой программой аттестации оборудования.

3.15. Если на этапе строительства станции имели место задержки, эксплуатирующей организации следует определить и документально зафиксировать условия внешней среды, которые могут повлиять на физическое состояние КСЭ и их долгосрочное старение, и внести любые необходимые изменения в программу управления старением КСЭ.

ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

3.16. Эксплуатирующей организации следует ввести в действие программу измерения и записи исходных данных, относящихся к управлению старением всех охваченных программой КСЭ. Эта программа должна включать отображение фактических условий внешней среды в каждом критическом месте на станции, чтобы удостовериться в их соответствии проекту.

3.17. Эксплуатирующей организации следует убедиться в том, что фактические условия внешней среды соответствуют условиям, заданным при проектировании КСЭ. Особое внимание следует уделить выявлению «горячих точек» в плане температуры и уровней излучения и измерению уровней вибрации. Все параметры, которые могут влиять на механизмы деградации, должны быть определены как можно раньше, по возможности контролироваться и отслеживаться на протяжении всего срока эксплуатации станции.

3.18. Эксплуатирующей организации следует собирать исходные данные, а также подтвердить, что критические условия работы (те, которые использовались при аттестации оборудования) соответствуют проекту. Результаты анализа таких данных подлежат проверке регулирующим органом.

3.19. Эксплуатирующей организации следует обеспечить, чтобы при испытаниях, выполняемых во время ввода в эксплуатацию, КСЭ не подвергались излишним нагрузкам, которые не предусмотрены в проекте либо которые могут привести к преждевременному старению. Эксплуатирующей организации следует надлежащим образом документировать эти испытания и фиксировать результаты пуско-наладочных испытаний, чтобы обеспечить возможность расследования любых случаев последующего преждевременного старения, которое могло произойти по причине неправильного проведения испытаний.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ

3.20. К управлению старением и моральным износом КСЭ следует применять системный подход (см. рис. 1), гарантирующий, что заданные им функции будут выполняться в течение всего этапа эксплуатации атомной электростанции.

3.21. Эксплуатирующей организации следует обеспечить выполнение программ и подготовку документации, связанных с управлением старением (см. разделы 4 и 5) и моральным износом (см. раздел 6), на этапе эксплуатации. В случае необходимости следует разработать новые программы и документацию либо пересмотреть и модифицировать существующие программы и документацию так, чтобы обеспечить в дальнейшем их эффективность в плане управления старением.

3.22. Эксплуатирующей организации следует обеспечить выполнение специальных эксплуатационных регламентов для программы контроля водно-химического режима или других программ контроля внешней среды и других мер по предотвращению или ослаблению эффектов старения.

3.23. Во время эксплуатации станции следует контролировать и регистрировать определенные параметры, чтобы продемонстрировать соответствие критическим рабочим условиям, эксплуатационным пределам и условиям и любым другим параметрам, которые, как было установлено, влияют на допущения в отношении старения, использованные при обосновании безопасности или аттестации оборудования.

3.24. Эксплуатирующей организации следует обеспечить своевременное обнаружение и определение характеристик значительных эффектов старения посредством инспектирования и мониторинга конструкций или элементов, охваченных программой, а также оценку наблюдаемых эффектов старения для определения типа и сроков принятия всех необходимых мер.

3.25. Эксплуатирующая организация в сотрудничестве с проектно-конструкторскими организациями должна следить за принятием корректирующих мер для предотвращения или ослабления эффектов старения конструкций или элементов посредством надлежащего технического обслуживания, ремонта и замены либо модификации конструкции или элемента и/или посредством внесения надлежащих изменений в соответствующие станционные операции, программы и документацию.

3.26. В случае операционных изменений или модификаций КСЭ эксплуатирующей организации следует принять меры для рассмотрения возможных изменений условий внешней среды или технологического процесса (например, в части температуры, структуры потока, скорости, вибрации, излучения и «горячих точек»), которые могут повлиять на старение или привести к отказу КСЭ. В случае необходимости следует провести пересмотр управления старением соответствующих КСЭ.

3.27. Доступность запасных частей или сменных частей и срок хранения запасных частей или расходных материалов должны постоянно отслеживаться и контролироваться (см. пп. 6.6 и 6.7).

3.28. Если запасные части или расходные материалы могут быть подвержены действию механизмов деградации ввиду условий их хранения (например, высоких или низких температур, влаги, контакта с химическими веществами, накопления пыли), необходимо принять меры для обеспечения их хранения в надлежащем образом контролируемой среде.

3.29. В отношении основных КСЭ, важных для безопасности, эксплуатирующей организации следует рассмотреть вопрос о подготовке планов на случай непредвиденных обстоятельств или специальных планов технического обслуживания для устранения потенциальных эффектов старения этих КСЭ или их отказов, вызванных потенциальными эффектами старения и механизмами деградации.

3.30. Для лучшего понимания механизмов деградации и соответствующих эффектов старения и совершенствования программ управления старением следует постоянно проводить оценку соответствующего опыта эксплуатации и результатов программ научных исследований и разработок. Если обнаруживается новый эффект старения или механизм деградации (например, на основе анализа опыта эксплуатации или научных исследований и разработок), эксплуатирующей организации следует провести надлежащее рассмотрение управления старением и при необходимости ввести дополнительные меры управления старением.

ДОЛГОСРОЧНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

3.31. Если предполагается долгосрочная эксплуатация, эксплуатирующей организации следует разработать программные документы, создать специальные организационные структуры и составить планы действий для

проведения оценок на предмет долгосрочной эксплуатации задолго до того, как станция выйдет на этап долгосрочной эксплуатации. Эксплуатирующей организации следует указать объекты оценки на предмет долгосрочной эксплуатации и оценить текущее физическое состояние соответствующих КСЭ на этапе подготовки к долгосрочной эксплуатации (см. пп. 7.3–7.15).

3.32. Эксплуатирующей организации следует уточнить, каким образом будет осуществляться управление физическим состоянием конструкций или элементов сообразно текущей основе для лицензирования на запланированный период долгосрочной эксплуатации.

3.33. Что касается управления старением, то эксплуатирующей организации следует проверить и подтвердить действительность существующих программ и процессов (или элементов таковых), относящихся к старению всех охваченных программой конструкций или элементов.

3.34. Для конструкций или элементов, охваченных программой, эксплуатирующей организации следует идентифицировать все анализы ограниченного по времени старения и подтвердить, что все эти анализы останутся действительными в течение запланированного периода долгосрочной эксплуатации, либо что конструкции или элементы будут заменены, либо что будут выполнены дополнительные действия по эксплуатации, техническому обслуживанию или управлению старением.

3.35. Поскольку долгосрочная эксплуатация — это эксплуатация сверх первоначально установленного срока, а оценки на предмет долгосрочной эксплуатации основаны на допущениях, то в целях поддержания и повышения безопасности станции в период долгосрочной эксплуатации эксплуатирующей организации следует периодически выполнять следующие виды деятельности для проверки либо корректировки допущений, связанных со старением:

- a) оценка опыта эксплуатации данной станции или других атомных электростанций после вступления в фазу долгосрочной эксплуатации;
- b) анализ тенденций, связанных с эффектами старения;
- c) рассмотрение эффективности программ управления старением и существующих станционных программ с точки зрения долгосрочной эксплуатации;
- d) учет результатов соответствующих научных исследований и разработок;
- e) оценка потребности в новых научных исследованиях и разработках.

3.36. При принятии решений, касающихся управления старением и долгосрочной эксплуатации, следует должным образом учитывать их потенциальные последствия для последующей стадии вывода из эксплуатации.

ПРИОСТАНОВКА ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.37. Приостановка эксплуатации — это останов станции на период, продолжающийся, как правило, более одного года; сюда не относятся регулярные отключения для технического обслуживания и ремонта. В период приостановки эксплуатации может потребоваться перевести КСЭ в состояние временной консервации или безопасного хранения, что требует дополнительных мер и средств контроля для того, чтобы минимизировать или предотвратить возникновение эффектов старения.

3.38. Эксплуатирующей организации следует проверить и при необходимости пересмотреть программы управления старением, чтобы обеспечить учет соответствующих факторов, влияющих на старение КСЭ, переведенных в состояние консервации или безопасного хранения в период приостановки эксплуатации.

3.39. В спецификациях или планах сохранения КСЭ, находящихся в состоянии консервации, следует определить необходимые меры управления старением, включая все требования к оценкам состояния, которые должны быть выполнены перед возвращением станции в режим эксплуатации после периода приостановки.

3.40. Если продолжительность приостановки значительно превысит первоначально ожидавшуюся (например, из-за непредвиденных проблем или задержек с возвращением в режим эксплуатации), следует выполнить переоценку мер управления старением, включая весь объем оценок состояния.

ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.41. Между окончательным остановом реактора и реализацией утвержденного окончательного плана вывода с эксплуатации может существовать переходный период, в течение которого должны быть введены в действие надлежащие меры управления старением, чтобы

обеспечить доступность и работоспособность необходимых КСЭ. Это может потребовать реализации относительно долгосрочных мер управления старением определенных КСЭ, таких как системы защитной оболочки и выдержки отработавшего топлива, системы противопожарной защиты, подъемное оборудование и контрольное оборудование. Такие меры должны соответствовать национальным регулирующим положениям.

3.42. Эксплуатирующей организации следует предусмотреть в планах и процедурах вывода из эксплуатации и осуществлять мероприятия по управлению старением тех КСЭ, которые должны оставаться доступными и работоспособными в период вывода из эксплуатации (например, обеспечение долгосрочной целостности КСЭ в целях предотвращения ухудшения их состояния и обеспечения возможности безопасного демонтажа, погрузки и транспортировки компонентов вплоть до завершения вывода из эксплуатации; мониторинг КСЭ для обеспечения целостности защитной оболочки и недопущения значительных радиоактивных выбросов в течение переходного периода вплоть до завершения вывода из эксплуатации; обеспечение целостности компонентов подземной инфраструктуры; мониторинг потенциального распространения загрязнения от предыдущих выбросов, в частности переноса радионуклидов в подземных водах; осуществление эффективных мер по минимизации распространения загрязнения).

4. СООТВЕТСТВУЮЩАЯ СТАНЦИОННАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПРОГРАММЫ

4.1. На атомной электростанции должны иметься документация и программы, относящиеся к управлению старением и, при необходимости, проводиться оценка на предмет долгосрочной эксплуатации (это также именуется «предварительными условиями для долгосрочной эксплуатации»), в том числе:

- a) отчет по обоснованию безопасности и другие действующие документы, составляющие основу для лицензирования;
- b) программы управления конфигурацией и модификациями, включая проектно-техническую документацию;
- c) станционные программы, связанные с управлением старением;
- d) станционные программы, связанные с долгосрочной эксплуатацией;

- e) программа корректирующих мер;
- f) анализы ограниченного по времени старения, в соответствии с пп. 5.64–5.69.

4.2. Каждую стационарную программу и анализ следует надлежащим образом задокументировать в отчетах по обоснованию безопасности или в других текущих документах, составляющих основу для лицензирования, которые должны четко и адекватно описывать текущую основу для лицензирования или текущие требования проектной основы эксплуатации атомной электростанции.

ОТЧЕТ ПО ОБОСНОВАНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ И ДРУГИЕ ДОКУМЕНТЫ ТЕКУЩЕЙ ОСНОВЫ ДЛЯ ЛИЦЕНЗИРОВАНИЯ

4.3. Политику в отношении управления старением и обоснование долгосрочной эксплуатации следует надлежащим образом отразить в документации текущей основы для лицензирования, в частности в таких документах, как отчет по обоснованию безопасности, отчеты о периодических рассмотрениях безопасности (если применимо) или другие документы лицензионной основы.

4.4. Отчет по обоснованию безопасности следует периодически обновлять, отражая в нем результаты рассмотрения управления старением [12].

4.5. В отчете по обоснованию безопасности или в других лицензионных документах следует дать описание мероприятий по обеспечению безопасной долгосрочной эксплуатации, чтобы у эксплуатирующей организации на постоянной основе имелась информация, необходимая для отражения текущего состояния станции, и возможность решения новых проблем по мере их возникновения.

4.6. Периодическое рассмотрение безопасности — это систематическая всесторонняя оценка безопасности станции [2]. Содержание и объем периодического рассмотрения безопасности должны соответствовать рекомендациям, приведенным в SSG-25 [7]. Некоторые из 14 факторов безопасности, описанных в SSG-25 [7], тесно связаны с управлением старением.

Эксплуатирующей организации следует принимать во внимание, в частности, нижеследующие аспекты:

- a) адекватность проекта атомной электростанции (фактор безопасности 1) и ее документации — путем оценки на соответствие текущей основе для лицензирования и национальным и международным стандартам, требованиям и практике;
- b) тщательное документирование фактического состояния каждой КСЭ, важной для безопасности (фактор безопасности 2). В рамках этого фактора безопасности следует учитывать знания о любом фактическом или ожидаемом устаревании станционных систем и оборудования;
- c) проводится ли на постоянной основе аттестация оборудования, важного для безопасности (фактор безопасности 3), посредством адекватной программы, которая включает в себя техническое обслуживание, инспекции и испытания и которая гарантирует, что функции безопасности будут поддерживаться по крайней мере до момента проведения следующего периодического рассмотрения безопасности;
- d) влияние старения на безопасность атомных электростанций, эффективность программ управления старением и необходимость их усовершенствования, а также моральное устаревание технологий, используемых на атомной электростанции (фактор безопасности 4).

4.7. Если национальные регулирующие положения не требуют проведения периодического рассмотрения безопасности, рекомендуется систематически проводить альтернативную комплексную оценку безопасности, которая отвечает задачам периодического рассмотрения безопасности [7].

4.8. В такой оценке также следует учитывать показатели безопасности станции, опыт эксплуатации данной станции и других атомных электростанций, а также результаты научных исследований на национальном и международном уровнях, которые могут вскрыть ранее неизвестные недоработки в области безопасности.

ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИЕЙ И МОДИФИКАЦИЯМИ, ВКЛЮЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЮ ПРОЕКТНОЙ ОСНОВЫ

4.9. Поскольку подготовка станции к безопасной долгосрочной эксплуатации обычно включает ряд важных мероприятий по модификации и переоборудованию систем безопасности, станции следует осуществлять программу управления конфигурацией или программу управления модификациями [1, 2, 13], в которых отражается меняющееся состояние станции.

4.10. Все модификации КСЭ и программного обеспечения технологического процесса, эксплуатационные пределы и условия, заданные значения, инструкции и регламенты следует надлежащим образом документировать и хранить в форме, допускающей поиск и проверку. Все важные для безопасности модификации должны быть включены в отчет по обоснованию безопасности [12–14].

4.11. Для формализации процесса, связанного с поддержанием целостности проекта, на станции следует определить организационную единицу (например, назначить подразделение или какого-либо сотрудника), которая будет нести общую ответственность за процесс проектирования, давать добро на внесение изменений в проект и отвечать за поддержание знаний о проектной основе [14].

4.12. Системой управления должны быть предусмотрены процессы и мероприятия, связанные с программой управления конфигурацией и программой управления модификациями.

4.13. Документация проектной основы, в том числе требования проектной основы и вспомогательная информация проектной основы, должна принадлежать эксплуатирующей организации или быть доступной для нее, что облегчало бы надлежащее управление конфигурацией и управление модификациями и проведение анализов ограниченного по времени старения на станции.

4.14. Информацию проектной основы и любые ее изменения следует включать в отчет по обоснованию безопасности или отдельную проектно-техническую документацию [13, 14].

4.15. Если документация проектной основы имеет пробелы или устарела, следует реализовать соответствующую программу восстановления проектной основы.

СТАНЦИОННЫЕ ПРОГРАММЫ

4.16. Важное значение для управления старением и оценок на предмет долгосрочной эксплуатации имеют следующие существующие на станции программы:

- a) программы технического обслуживания;
- b) программы аттестации оборудования;
- c) программы инспекций в процессе эксплуатации;
- d) программы эксплуатационного контроля;
- e) программы контроля водно-химического режима.

4.17. Существующие программы, на которые полагаются при управлении старением и которые используются при проведении оценки на предмет долгосрочной эксплуатации, должны отвечать девяти признакам, перечисленным в таблице 2, раздел 5.

4.18. Такие существующие программы должны быть частью системы менеджмента эксплуатирующей организации.

Программы технического обслуживания

4.19. Для управления старением и оценки на предмет долгосрочной эксплуатации КСЭ, охваченных программой, должны быть введены и надлежащим образом выполняться программы технического обслуживания, отвечающие положениям NS-G-2.6 [10].

4.20. В программах технического обслуживания следует четко указывать на их связь с программами управления старением, приводя, в частности, данные о периодичности операций по техническому обслуживанию и конкретную информацию о задачах технического обслуживания, их оценке, и информацию о ведении учета.

4.21. Следует проводить оценку станционных программ технического обслуживания с целью обеспечения того, чтобы охваченные программой КСЭ могли выполнять заданные функции на протяжении всего срока эксплуатации, включая запланированный период долгосрочной эксплуатации.

4.22. Результаты оценок следует использовать для улучшения существующих программ технического обслуживания. Документирование оценок должно охватывать всю деятельность по техническому обслуживанию и предполагать использование технических ссылок для обоснования выводов и заключений.

Программа аттестации оборудования

4.23. Для выполнения требования 30 SSR-2/1 (Rev. 1) [1] и требования 13 SSR-2/2 (Rev. 1) [2] следует предусмотреть программу аттестации оборудования, обеспечивающую достижение и сохранение аттестованного статуса охваченных программой КСЭ.

4.24. В настоящем Руководстве по безопасности «аттестация на воздействие внешней среды» означает вид аттестации оборудования, который сфокусирован на аттестации оборудования по температуре, давлению, влажности, контакту с химическими веществами, радиационному облучению, метеорологическим условиям, затоплению и механизмам старения как условиям, которые могут повлиять на надлежащее функционирование оборудования.

4.25. Аттестация на воздействие внешней среды должна показать, что по окончании аттестованного срока службы оборудование будет по-прежнему способно выполнять заданные функции во всем диапазоне заданных рабочих условий.

4.26. В рамках аттестации на воздействие внешней среды следует установить аттестованный срок службы оборудования, в пределах которого эффекты старения не смогут помешать удовлетворительной работе оборудования, требуемой в случае, если в течение установленного периода эксплуатации (возможно, включая период долгосрочной эксплуатации) произойдет постулируемая авария.

4.27. Следует наладить мониторинг фактических условий внешней среды для получения дополнительной информации, необходимой для оценки воздействия старения на оборудование в его реальной рабочей среде.

4.28. Аттестованный ресурс оборудования следует подвергать переоценке в течение его срока службы, учитывая развитие знаний и представлений о механизмах деградации и реальной среде, в которой работает оборудование. Если аттестованный ресурс необходимо увеличить, эксплуатирующей организации следует обеспечить детальную демонстрацию безопасности.

4.29. Сведения об аттестации оборудования должны надлежащим образом документироваться и сохраняться на протяжении всего срока службы станции. Документация по аттестации оборудования, обычно являющаяся частью программы аттестации оборудования, должна включать:

- a) общий перечень аттестованного оборудования;
- b) результаты мониторинга температур и уровней радиации на электростанции;
- c) отчет об оценке, требуемый при аттестации оборудования;
- d) отчеты об испытаниях в рамках аттестации оборудования;
- e) отчеты об анализах ограниченного по времени старения, связанных с аттестацией оборудования (при оценке на предмет долгосрочной эксплуатации), или отчеты о других аналогичных анализах.

4.30. При рассмотрении аттестации оборудования должна проводиться оценка эффективности программы аттестации стационарного оборудования согласно требованию 13 SSR-2/2 (Rev. 1) [2]. Также здесь следует рассматривать воздействие старения на оборудование во время работы и влияние возможных изменений в условиях внешней среды во время нормальной эксплуатации и при постулированных авариях, произошедших со времени введения программы аттестации оборудования.

4.31. Подробные сведения о рекомендованных практиках, процессах и методах, имеющих отношение к аттестации оборудования, приводятся в [15].

Программы инспекций в процессе эксплуатации

4.32. Для управления старением и оценки на предмет долгосрочной эксплуатации соответствующих КСЭ, охваченных программой, должны быть введены и надлежащим образом выполняться программы инспекций в процессе эксплуатации, которые отвечают положениям NS-G-2.6 [10], включая рассмотрение исходных данных.

4.33. Процедуры инспекций в процессе эксплуатации должны быть эффективными в плане обнаружения деградации, и при этом следует показать, что с помощью предлагаемой методики инспектирования или мониторинга можно будет адекватно обнаруживать эффекты старения.

4.34. Результаты инспекций в процессе эксплуатации должны документироваться таким образом, чтобы на основании результатов, полученных при последовательных проверках в одном и том же месте, можно было проводить анализ тенденций.

4.35. Следует проводить оценку результатов инспекций в процессе эксплуатации, которые указывают на заметное ухудшение (например, когда степень деградации больше ожидаемой или близка к критериям приемлемости), для того чтобы обеспечивать надлежащее определение степени деградации в аналогичных местах. КСЭ в резервируемых подсистемах следует инспектировать независимо друг от друга, чтобы можно было обнаруживать возможные различия в процессах их старения.

4.36. Следует разработать и вести перечень или базу данных для документирования адекватности неразрушающего контроля в плане обнаружения и определения характеристик и тенденций деградации конструкций или элементов. Такая база данных должна стать техническим средством для обоснования выводов и заключений, необходимых для принятия решений по управлению старением.

Программы эксплуатационного контроля

4.37. Для управления старением и оценки на предмет долгосрочной эксплуатации соответствующих КСЭ, охваченных программой, должны быть введены и надлежащим образом выполняться программы эксплуатационного контроля, включая функциональные испытания, отвечающие положениям NS-G-2.6 [10].

4.38. Программы эксплуатационного контроля должны подтверждать меры обеспечения безопасной эксплуатации, которые были предусмотрены в проекте и оценивались при сооружении и вводе в эксплуатацию и которые проверяются на протяжении всего периода эксплуатации.

4.39. Программы эксплуатационного контроля предназначены для того, чтобы можно было и в дальнейшем получать данные мониторинга соответствующих параметров, используемые для оценки срока службы КСЭ с учетом планируемого периода долгосрочной эксплуатации, например с помощью существующих или дополнительно установленных средств измерения температуры и давления или с помощью дополнительных диагностических систем.

4.40. Программы эксплуатационного контроля должны подтверждать достаточность запасов безопасности для долгосрочной эксплуатации и факт высокой устойчивости станции к ожидаемым эксплуатационным происшествиям, ошибкам и неисправностям.

4.41. Отдельного внимания заслуживает следующее:

- a) целостность барьеров между радиоактивным материалом и внешней средой (т.е. границ первого контура и защитной оболочки);
- b) наличие систем безопасности, таких как система защиты реактора, средства приведения в действие системы безопасности и вспомогательные средства системы безопасности [16];
- c) наличие узлов, отказ которых может неблагоприятно воздействовать на безопасность;
- d) функциональные испытания в соответствии с требованием 31 SSR-2/2 (Rev. 1) [2] с целью удостовериться в том, что испытываемые КСЭ способны выполнять заданные функции.

4.42. Программы эксплуатационного контроля с использованием репрезентативных образцов материала (например, образцов материала для контроля за состоянием корпуса реактора, образцов кабелей и образцов для испытания на коррозию) должны быть пересмотрены и, если это необходимо, расширены или дополнены для охвата старения в период долгосрочной эксплуатации.

4.43. Следует отобрать документацию, содержащую соответствующую информацию о начальном состоянии образцов материала, используемых для контроля, оценить адекватность этой информации и при необходимости дополнить данную документацию.

4.44. Следует рассмотреть подходящие процедуры испытаний и методы оценки для определения набора образцов для включения, если необходимо, в дополнительную программу эксплуатационного контроля корпуса реактора, в частности для выполнения альтернативных оценок, таких как метод обобщенной кривой для оценки вязкости разрушения.

Программа контроля водно-химического режима

4.45. Программа контроля водно-химического режима принципиально важна для безопасной эксплуатации атомной электростанции и потому должна быть введена в действие [17]. Эта программа должна гарантировать, что деградация под действием водно-химических факторов стресса не повлияет на способность КСЭ выполнять заданные функции в соответствии с допущениями и замыслом проекта. Программа контроля водно-химического режима должна предотвращать и/или минимизировать вредные воздействия химических примесей и коррозии на КСЭ.

4.46. Эксплуатирующей организации следует обеспечить, чтобы программа контроля водно-химического режима электростанции была эффективна с точки зрения поддержания качества воды, требуемого техническими условиями.

4.47. В рамках программы контроля водно-химического режима должны быть заданы методы составления графиков и выполнения анализов, используемые в контроле химических параметров (в одних программах используется автоматизированное оборудование для оперативного контроля, в других — мокрые химические методы), а также средства проверки эффективности химической программы.

4.48. Программа контроля водно-химического режима также должна обеспечивать наличие такой химической и радиохимической среды, которая необходима для обеспечения безопасной долгосрочной эксплуатации и целостности конструкций и элементов, охваченных программой управления старением и оцениваемых на предмет долгосрочной эксплуатации.

ПРОГРАММА КОРРЕКТИРУЮЩИХ МЕР

4.49. Следует ввести в действие программу корректирующих мер, чтобы обеспечить выявление условий, неблагоприятных для качества, таких как деградация вследствие старения, и определение и реализацию корректирующих мер, соразмерных значимости проблемы [8].

4.50. В программе корректирующих мер следует документировать выявленные случаи деградации, связанной со старением (условия, неблагоприятные для качества), и используемые методы реагирования на деградацию, такие как оценка и принятие решения о приемлемости, оценка и мониторинг, ремонт или замена. Такую информацию следует учитывать как часть опыта эксплуатации данной станции.

4.51. В программе корректирующих мер следует документировать изменения, внесенные в программы управления старением, конфигурацию систем или станционные операции в целях борьбы с проявлениями старения или уменьшения их серьезности.

4.52. Программа корректирующих мер и соответствующий опыт эксплуатации данной станции должны периодически рассматриваться лицами, ответственными за соответствующую программу управления старением. В результате такого рассмотрения следует определить, нужно ли улучшать программы управления старением для того, чтобы была обеспечена эффективность программы корректирующих мер в части борьбы с эффектами старения, на которую она рассчитана.

4.53. Если в результате оценки программы корректирующих мер и соответствующего опыта эксплуатации данной станции будет определено, что программы управления старением не позволяют в достаточной мере бороться с эффектами старения, следует определить и ввести изменения в существующие программы управления старением либо, при необходимости, разработать новые программы управления старением.

5. УПРАВЛЕНИЕ СТАРЕНИЕМ

ОРГАНИЗАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

5.1. Для введения станционной программы управления старением следует разработать политику и цели этой программы, а также определить и выделить необходимые ресурсы (например, людские ресурсы, финансовые ресурсы, инструменты и оборудование, внешние ресурсы). Организационное обеспечение, включая организационную структуру и политику эксплуатирующей организации, должно отвечать национальным требованиям и нормам безопасности МАГАТЭ [2, 8, 18–20] и согласовываться с национальной практикой.

5.2. Необходимо создать подходящие организационные и функциональные механизмы, подобные показанным на рис. 2, в которых будут задействованы все необходимые сотрудники эксплуатирующей организации данной станции и внешних организаций, оказывающие поддержку в части управления старением.

5.3. Обязанностями по управлению старением, перечисленными в п. 5.4, должен быть наделен тот или иной уполномоченный орган (например, группа управления старением, менеджер или целевая группа). Этот орган управления старением должен работать в тесном взаимодействии с другими организационными подразделениями станции, такими как службы эксплуатации, технического обслуживания и инженерного проектирования и звенья системы управления. В случае необходимости на постоянной или разовой основе могут создаваться междисциплинарные группы управления старением, имеющие в составе сотрудников различных станционных подразделений и внешних экспертов.

5.4. В обязанности органа управления старением должны входить:

- a) разработка станционной программы управления старением;
- b) координация существующих и новых станционных программ, имеющих отношение к управлению старением;
- c) систематический мониторинг соответствующего опыта эксплуатации и результатов научных исследований и разработок, а также оценка их применимости к данной станции;
- d) руководство работой междисциплинарных групп управления старением по решению комплексных проблем старения;



РИС. 2. Организационное обеспечение управления старением.

- e) оценка и оптимизация программ управления старением;
- f) взаимодействие с внешними организациями технической поддержки;
- g) оценка будущих потребностей в обучении;
- h) выполнение периодической самооценки;
- i) совершенствование мероприятий, относящихся к управлению старением.

5.5. Для решения комплексных проблем старения может потребоваться междисциплинарный подход. В состав групп управления старением (см. рис. 2) следует включать специалистов по эксплуатации, техническому обслуживанию, инженерному делу, аттестации оборудования, проектированию и научным исследованиям и разработкам — в зависимости от того, какие оценки необходимо провести. При необходимости следует привлечь внешние организации для предоставления экспертных услуг по специальным вопросам, таким как оценка состояния, научные исследования и разработка стандартов.

5.6. Обязанности по реализации программ управления старением и подготовке отчетности о показателях работы КСЭ следует установить и распределить между подразделениями эксплуатирующей организации (например, службами эксплуатации, технического обслуживания и инженерного проектирования).

5.7. Среди персонала, занятого эксплуатацией, техническим обслуживанием и инженерным проектированием, следует провести учебную работу, посвященную эффектам старения КСЭ, чтобы эти сотрудники могли вносить осмысленный и эффективный вклад в управление старением.

5.8. Следует осуществлять систематический сбор и оценку соответствующего опыта эксплуатации, стационарного и отраслевого, и использовать его для улучшения программ управления старением.

СБОР ДАННЫХ И ВЕДЕНИЕ УЧЕТА

5.9. Следует создать систему сбора и учета данных как необходимую базу для обеспечения управления старением. Примеры данных, которые следует собирать в рамках системы сбора и учета данных, описаны в [21].

5.10. Систему сбора и учета данных следует ввести в действие на ранних этапах жизненного цикла станции (в идеале данные должны собираться начиная со стадии строительства) для предоставления информации по следующим видам деятельности:

- a) идентификация условий изготовления, сооружения и внешней среды, которые могут негативно сказаться на старении КСЭ, в том числе для всех периодов приостановленного строительства или приостановленной эксплуатации;
- b) идентификация соответствующих учетных документов изготовителей, например документов, содержащих историю термической обработки, или сертифицированных отчетов по испытаниям материалов;
- c) выявление и оценка деградации, отказов и сбоев в работе компонентов, вызванных эффектами старения;
- d) решения в отношении типа и времени выполнения мероприятий по техническому обслуживанию, включая калибровку, ремонт, модернизацию и замену оборудования;
- e) оптимизация условий работы и практик, которые предотвращают или минимизируют эффекты старения;
- f) выявление всех эффектов старения прежде, чем они создадут угрозу для безопасности станции или приведут к сокращению срока службы КСЭ;
- g) Ведение учетных документов по управлению конфигурацией, управлению модификациями, техническому обслуживанию, эксплуатационному контролю и инспекциям в процессе эксплуатации, а также учетных документов по контролю водно-химического режима.

5.11. Для того чтобы облегчить получение данных о старении от деятельности по эксплуатации, техническому обслуживанию и инженерному проектированию станции в необходимом количестве и необходимого качества, к разработке и ведению системы сбора и учета данных следует привлекать представителей служб эксплуатации, технического обслуживания и инженерного проектирования.

5.12. Следует обеспечить доступность проектной документации, в том числе документации поставщиков, так как она имеет важное значение для эффективного управления старением.

5.13. Следует учитывать возможность использования имеющихся обобщенных данных до тех пор, пока станция не наработает свои собственные данные, начиная со стадии строительства.

ЗАДАНИЕ ОБЪЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ КОНСТРУКЦИЙ, СИСТЕМ И ЭЛЕМЕНТОВ

5.14. Следует разработать и ввести систематический процесс выявления КСЭ для включения в объем управления старением.

5.15. До начала процесса определения объема на атомной электростанции должны быть подготовлены перечень всех КСЭ или база данных по КСЭ (например, общий перечень КСЭ).

5.16. В объем управления старением должны быть включены следующие КСЭ:

- a) важные для безопасности КСЭ, которые необходимы для выполнения основных функций безопасности [1]:
 - контроль реактивности;
 - отвод тепла из реактора и из хранилища топлива;
 - локализация радиоактивного материала, защита от радиации и контроль плановых радиоактивных выбросов, а также ограничение аварийных радиоактивных выбросов;
- b) другие КСЭ, отказ которых может помешать выполнению КСЭ, важными для безопасности, заданных им функций. Примерами таких потенциальных отказов являются:
 - удар летящих предметов от вращающихся механизмов;
 - неисправности подъемного оборудования;
 - затопление;
 - разрыв первого контура;
 - утечка жидкостей (например, из трубопроводов или других компонентов границ контура, находящихся под давлением);
- c) другие КСЭ, определенные в анализах безопасности (детерминистических или вероятностных) как выполняющие функцию преодоления последствий событий определенных типов (согласно национальным регулирующим требованиям), такие как:
 - КСЭ, необходимые для преодоления последствий внутренних событий (таких как внутренние пожары и внутренние затопления);
 - КСЭ, необходимые для борьбы с внешними опасностями (такими как экстремальные погодные условия, землетрясения, цунами, внешние наводнения, торнадо и внешние пожары);

- КСЭ, необходимые для преодоления последствий конкретных регулируемых событий (таких как гидравлический удар в горячем состоянии, ожидаемый переходный процесс без срабатывания аварийной защиты и обесточивание станции);
- КСЭ, необходимые для того, чтобы справляться с запроектными условиями [1] или смягчать последствия тяжелых аварий.

5.17. Конструкции и элементы, удовлетворяющие обоим приведенным ниже условиям, могут быть исключены из объема управления старением:

- a) конструкции и элементы, подлежащие периодической замене или плановой модернизации в соответствии с заранее определенными правилами (согласно рекомендациям производителя или на другой основе, но не по результатам оценки состояния данной конструкции или элемента, которая предусматривала бы управление старением данной конструкции или элемента);
- b) конструкции и элементы, включение которых в объем управления старением не предусмотрено национальными регулирующими требованиями.

5.18. Если какая-либо КСЭ, включенная в объем управления старением, непосредственно соединена с КСЭ, не включенной в него, следует четко определить границу между ними.

5.19. В дополнение к анализу станционной документации следует провести специальные обходы станции с целью проверки на полноту перечня КСЭ, отказ которых может привести к неспособности КСЭ, важных для безопасности, выполнять заданные функции.

5.20. Поскольку последующий процесс выполняется на уровне конструкции или элемента (или их компонента), следует идентифицировать все конструкции или элементы и их компоненты, включенные в объем управления старением. Если элементы или конструкции в рамках некоей группы имеют схожие функции, изготовлены из аналогичных материалов и находятся в схожих внешних условиях, такая группа может быть определена как «товарная группа» конструкций или элементов.

5.21. После завершения процесса задания объема должна четко проявиться разница между КСЭ в объеме управления старением и КСЭ вне этого объема. Типичный процесс определения объема показан на рис. 3.

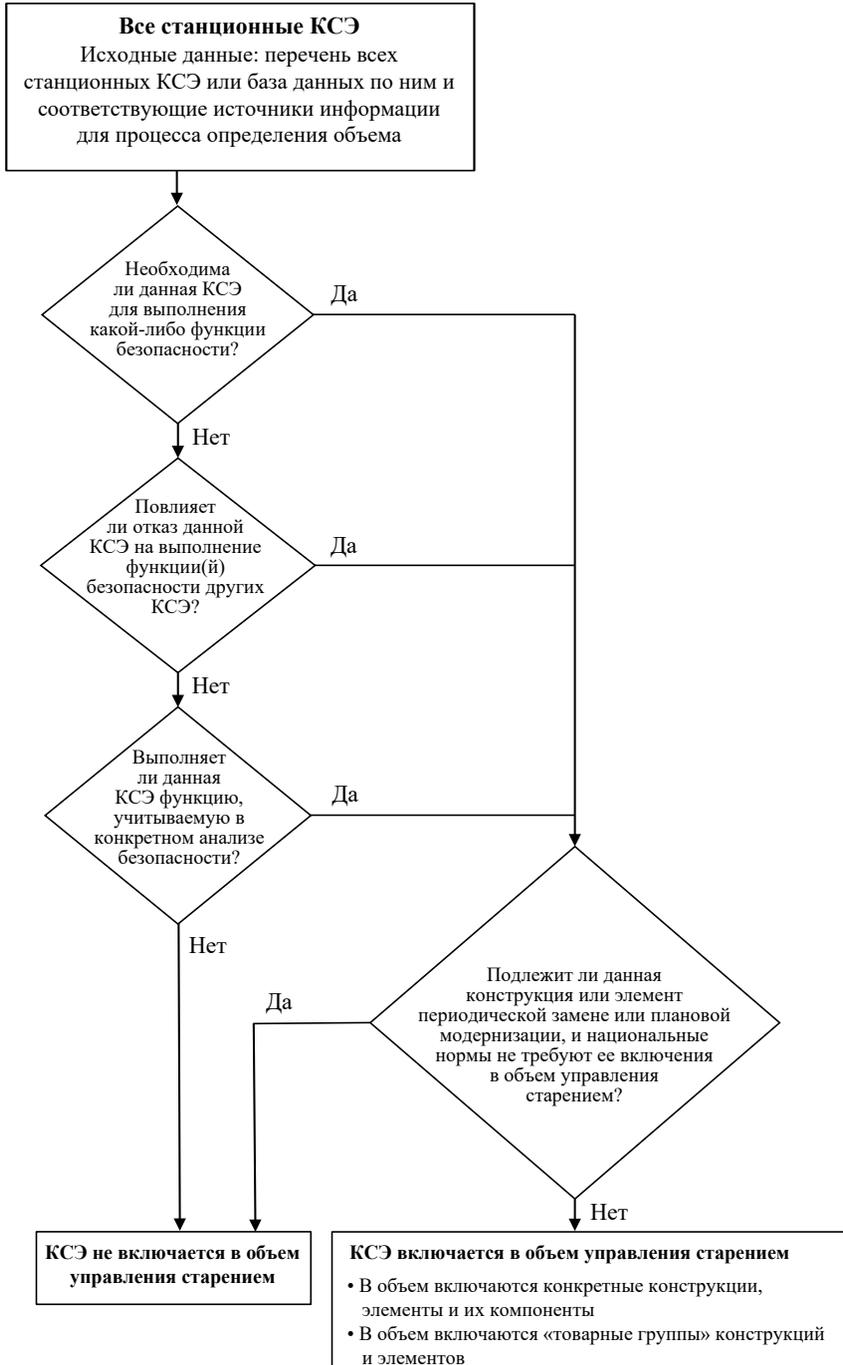


РИС. 3. Процесс определения объема программы управления старением.

РАССМОТРЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ

5.22. В целях обеспечения успешного управления старением и демонстрации этого следует осуществлять рассмотрение управления старением охваченных программой КСЭ.

5.23. В ходе рассмотрения управления старением следует проводить систематическую оценку эффектов старения и связанных с ними известных или прогнозируемых механизмов деградации. Такая оценка должна включать анализ влияния старения на способность охваченных программой КСЭ выполнять заданные функции, указанные в п. 5.16, в том числе учет текущего состояния КСЭ.

5.24. Хорошей отправной точкой для рассмотрения управлением старением являются соответствующие применимые уроки, касающиеся старения (см. публикацию [5]), но они не должны использоваться взамен рассмотрения управления старением, учитывающего специфику конкретной станции.

5.25. Следует ввести процесс определения соответствующих эффектов старения и механизмов деградации для каждой конструкции или элемента и разработать программы для управления выявленными эффектами старения и механизмами деградации (см. рис. 4). Этот процесс должен включать в себя следующие шаги:

- 1) следует выполнить оценку анализов ограниченного по времени старения, чтобы понять, останутся ли они актуальными на протяжении планируемого срока эксплуатации. Результаты оценки анализов ограниченного по времени старения следует учитывать при рассмотрении управления старением;
- 2) следует идентифицировать все соответствующие эффекты старения и механизмы деградации;
- 3) если управление старением конструкций или элементов осуществляется в рамках существующих программ управления старением, следует убедиться в том, что эти программы соответствуют девяти признакам, указанным в таблице 2;
- 4) если управление старением конструкций или элементов осуществляется в рамках других станционных программ, таких как программа технического обслуживания, следует убедиться в том, что эти программы соответствуют девяти признакам, указанным в таблице 2;

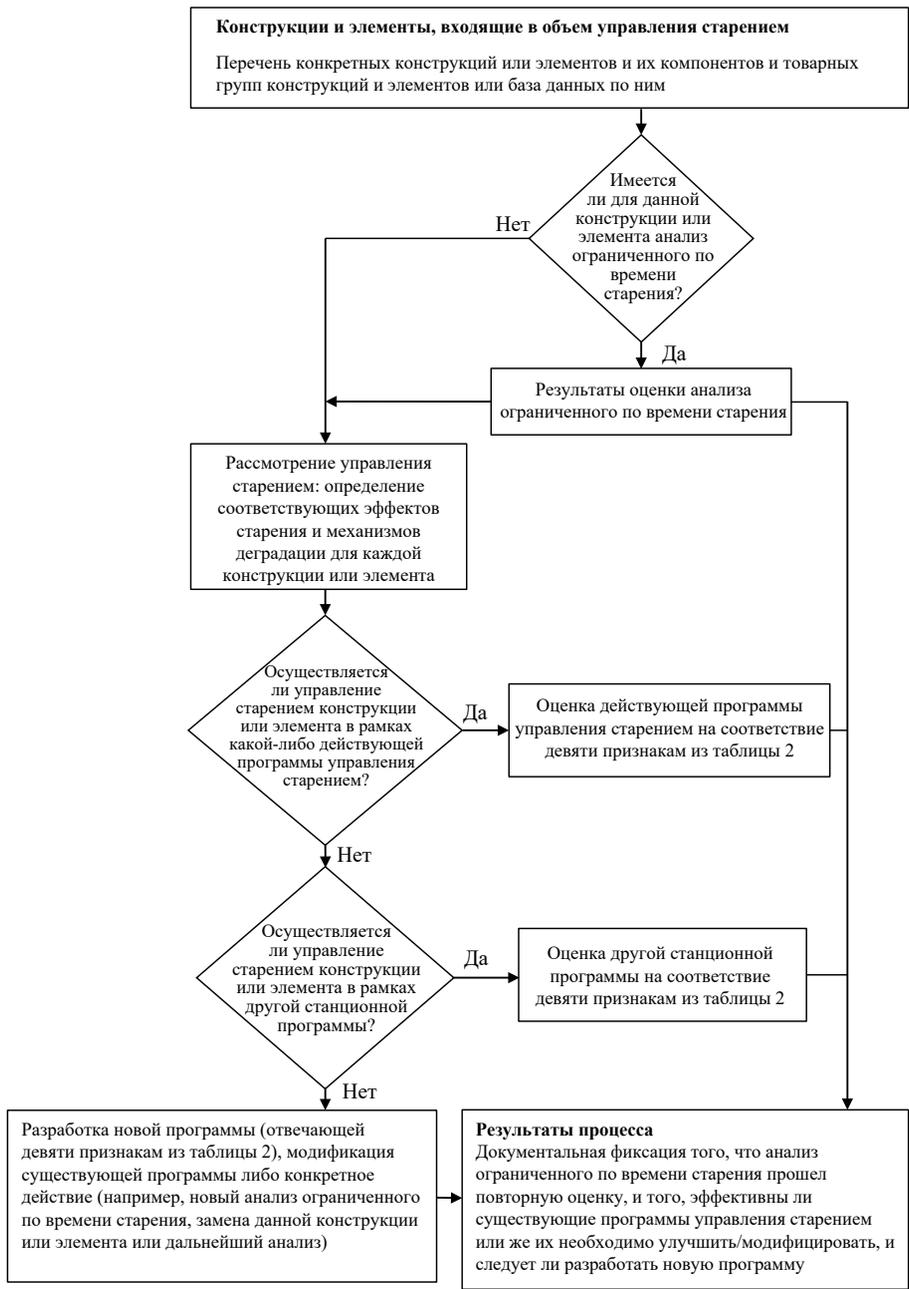


РИС. 4. Процесс идентификации программ для управления старением конструкций или элементов.

- 5) если управление старением конструкций или элементов не предусмотрено ни одной из действующих программ, следует разработать новую программу, либо модифицировать или усовершенствовать существующие программы (например, путем расширения объема программы управления старением), либо предпринять специальные действия (например, выполнение нового анализа ограниченного по времени старения, замена данной конструкции или элемента или дальнейший анализ);
- б) если аттестованный срок службы оборудования, важного для безопасности, истекает, такое оборудование должно пройти переаттестацию либо быть заменено по истечении срока действия его аттестации.

5.26. Рассмотрение управления старением должно проводиться для каждой охваченной программой конструкции или элемента или товарной группы конструкций или элементов и включать в себя следующие основные элементы:

- а) оценка текущего состояния конструкции или элемента;
- б) выявление эффектов старения и механизмов деградации на основе фундаментальных знаний, необходимых для изучения старения (к примеру, знаний о проектной основе, материалах, внешней среде и факторах стресса; см. «Изучение старения» на рис. 1);
- с) определение подходящей программы управления старением;
- д) отчетность о рассмотрении управления старением, показывающая, что управление эффектами старения и механизмами деградации осуществляется эффективно.

Идентификация соответствующих эффектов старения и механизмов деградации конструкций или элементов

5.27. Все соответствующие эффекты старения и механизмы деградации каждой охваченной программой конструкции или элемента должны быть идентифицированы на основе изучения старения, о котором говорится в пп. 5.28 и 5.29.

5.28. Предварительным условием налаживания систематического процесса управления старением, показанного на рис. 1, должно быть всестороннее изучение конструкций или элементов, эффектов их старения и механизмов деградации и того, как последние могут повлиять на способность КСЭ выполнять свою функцию или функции. Предметом такого изучения должно быть следующее:

- a) проект, включая заданные функции КСЭ и применимые регулирующие требования, кодексы и стандарты, проектная основа и проектные документы, включая обоснование безопасности;
- b) изготовление КСЭ, включая свойства материала, условия производства, которые могут повлиять на старение и условия эксплуатации;
- c) история эксплуатации и технического обслуживания КСЭ, включая ввод в эксплуатацию, переходные эксплуатационные процессы и события, повышение мощности, модификации и замены;
- d) факторы стресса, влияющие на конструкцию или элемент (включая нагрузки на конструкцию или элемент и условия внешней среды внутри и вне конструкции или элемента);
- e) результаты инспекций в процессе эксплуатации и эксплуатационного контроля;
- f) опыт эксплуатации, результаты научных исследований и разработок, а также любых послепроизводственных обследований;
- g) результаты обходов, инспекций и оценок состояния, если таковые имеются;
- h) результаты оценки анализов ограниченного по времени старения.

5.29. В процессе идентификации должно учитываться знание характеристик эффекта старения (например, необходимых условий, при которых возникает данный эффект, скорости деградации), соответствующих механизмов деградации и их влияния на заданную функцию(и) конструкции или элемента.

Определение соответствующей программы управления старением

5.30. Следует уточнить подходящие методы обнаружения, мониторинга, предотвращения и ослабления эффектов старения и механизмов деградации каждой конструкции или элемента.

5.31. Действующие программы управления старением и другие стационарные программы следует оценивать на соответствие девяти признакам из таблицы 2, чтобы определить, эффективны ли они в плане

ТАБЛИЦА 2. ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ ЭФФЕКТИВНОЙ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ

Признак	Описание
Объем программы управления старением, основанный на изучении старения	<p>Конструкции (включая конструктивные элементы) и элементы, подлежащие управлению старением</p> <p>Изучение явлений старения (основные механизмы деградации, уязвимые участки):</p> <ul style="list-style-type: none"> — материалы конструкции или элемента, рабочие условия, факторы стресса, участки деградации, механизмы деградации и эффекты старения; — показатели состояния конструкции или элемента и критерии приемлемости; — количественные или качественные прогнозные модели соответствующих явлений старения
Профилактические меры по минимизации и контролю эффектов старения	<p>Спецификация профилактических мер</p> <p>Определение рабочих условий (т.е. условий внешней среды и условий эксплуатации), которые должны поддерживаться, и эксплуатационной практики, направленной на предотвращение потенциальной деградации конструкции или элемента</p>
Обнаружение эффектов старения	<p>Спецификация параметров, подлежащих мониторингу или проверке</p> <p>Эффективная технология (методы инспектирования, тестирования и мониторинга) для обнаружения эффектов старения, прежде чем произойдет отказ конструкции или элемента</p>
Мониторинг эффектов старения и контроль тенденций	<p>Показатели состояния и контролируемые параметры</p> <p>Сбор данных для нужд оценки старения конструкции или элемента</p> <p>Методы оценки (включая анализ данных и тенденций их изменения)</p>
Ослабление эффектов старения	<p>Действия по эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и замене, направленные на ослабление обнаруженных эффектов старения и/или деградации конструкции или элемента</p>
Критерии приемлемости	<p>Критерии приемлемости, по которым оценивается необходимость осуществления корректирующих мер</p>

ТАБЛИЦА 2. ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ ЭФФЕКТИВНОЙ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ (продолж.)

Признак	Описание
Корректирующие меры	Принятие корректирующих мер в случае, если конструкция или элемент не отвечает критериям приемлемости
Информирование об опыте эксплуатации и результатах научных исследований и разработок	Механизм, обеспечивающий своевременное информирование об опыте эксплуатации и результатах научных исследований и разработок (если применимо), который дает объективные доказательства того, что они учитываются в программе управления старением
Менеджмент качества	<p>Меры административного контроля, обеспечивающие документирование реализации программы управления старением и предпринятых действий</p> <p>Показатели для облегчения оценки и совершенствования программы управления старением</p> <p>Процесс подтверждения (проверки) для обеспечения адекватности и целесообразности профилактических мер и обеспечения того, что все корректирующие меры принимаются и являются эффективными</p> <p>Практика ведения учета, которой необходимо следовать</p>

обнаружения, мониторинга и предотвращения или ослабления эффектов старения и действия механизмов деградации тех конструкций или элементов, на которые рассчитана оцениваемая программа.

5.32. Если действующие программы управления старением и другие стационарные программы недостаточно эффективны, следует улучшить или модифицировать существующую программу либо разработать новую программу, отвечающую девяти признакам из таблицы 2.

Отчетность о рассмотрении управления старением

5.33. После определения подхода к управлению эффектами старения и механизмами деградации следует подготовить документацию, которая позволит сделать логический вывод о том, что управление эффектами старения будет осуществляться надлежащим образом.

5.34. Следует документировать все сведения и выводы, относящиеся к рассмотрению управления старением, в том числе:

- a) описание и обоснование методов, используемых для определения конструкций или элементов, в отношении которых должно быть проведено рассмотрение управления старением;
- b) идентификацию и перечень конструкций или элементов, в отношении которых должно быть проведено рассмотрение управления старением, и заданных им функций;
- c) источники информации, используемые для достижения вышеуказанного, а также любое описание, необходимое для пояснения того, как они используются.

5.35. Методология и результаты рассмотрения управления старением должны быть документированы и, кроме того, должны содержать информацию о следующем:

- a) текущие показатели работы и состояние конструкции или элемента, включая оценку любых признаков наличия значительных эффектов старения;
- b) эффекты старения и механизмы деградации, требующие принятия определенных мер;
- c) изучение старения, мониторинг старения и предотвращение либо ослабление эффектов старения;
- d) конкретные программы или деятельность, в рамках которых будет осуществляться управление эффектами старения и механизмами деградации каждой конструкции, элемента или товарной группы, в отношении которых должно быть проведено рассмотрение управления старением, а также необходимость разработки новых программ;
- e) то, каким образом в рамках этих программ и деятельности будет осуществляться управление эффектами старения и механизмы деградации с учетом текущего состояния конструкции или элемента;
- f) оценка будущих показателей работы, эффектов старения и срока службы конструкции или элемента, если это практически осуществимо;
- g) то, каким образом результаты рассмотрения управления старением следует применять при эксплуатации, техническом обслуживании и проектировании.

5.36. Если при рассмотрении управления старением учитываются данные ИГАЛЛ [5], следует представить обоснование того, что общие референтные данные по атомной отрасли применимы к соответствующей станции исходя из ее специфики, истории эксплуатации и технического обслуживания станции и/или развития событий в отрасли со времени появления выбранных референтных данных.

ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ

5.37. Управление выявленными эффектами старения и механизмами деградации, которые требуют управления старением, следует осуществлять при помощи действующих программ управления старением или существующих станционных программ (возможно, с улучшениями или модификациями), либо следует разработать новые программы. Эти программы следует координировать, осуществлять и периодически рассматривать на предмет улучшения, как показано на рис. 5.

5.38. Каждая программа управления старением должна отвечать общим признакам эффективной программы управления старением, перечисленным в таблице 2.

5.39. Станционные программы или процессы, используемые для управления эффектами старения, и программы управления старением должны предполагать один или более из следующих четырех видов деятельности:

- a) профилактические мероприятия, которые не допускают возникновения эффекта старения;
- b) мероприятия по ослаблению последствий, которые направлены на замедление эффектов старения;
- c) мероприятия по мониторингу состояния, включая инспектирование и обследования на наличие и глубину эффектов старения, или эксплуатационный контроль с использованием проб или образцов, предназначенных для имитации характеристик конструкции или элемента;
- d) мероприятия по мониторингу рабочих характеристик, с помощью которых проверяется способность конструкции или элемента выполнять заданную функцию(и).



РИС. 5. Разработка, осуществление, рассмотрение и улучшение программ управления старением.

5.40. При необходимости следует наладить несколько видов деятельности, чтобы обеспечить адекватное управление эффектами старения и дальнейшее выполнение заданной функции(й) конструкции или элемента. Например, борьба с внутренней коррозией трубопроводов может вестись при помощи программы ослабления эффектов (контроль водно-химического режима), чтобы свести к минимуму подверженность коррозии, и программы мониторинга состояния (ультразвуковой контроль), чтобы убедиться в незначительности коррозии.

5.41. Если программа, используемая для управления эффектами старения, включает в себя проверку путем отбора проб из определенной совокупности конструкций или элементов, в ней должны описываться и обосновываться методы, используемые для выбора проверяемых образцов и размера выборки, и должно подтверждаться, что эта выборка является адекватной, чтобы гарантировать, что воздействие старения на конструкцию или элемент не будет препятствовать выполнению заданной функции(й) на протяжении всего срока службы.

5.42. Информация о программах управления старением применительно к конструкциям или элементам и применительно к механизмам деградации и примерные наброски таких программ приведены в [5, 22].

Разработка программ управления старением

5.43. Следует разработать программы управления старением для конкретных эффектов старения и механизмов деградации либо для конкретных конструкций и элементов. Следует обеспечивать координацию и дальнейшее осуществление существующих станционных программ, чтобы охватить мероприятия, указанные в п. 5.39. При необходимости следует разработать новую программу, которая будет включать или дополнять эту деятельность. Такие существующие или вновь разработанные программы могут иметь разные уровни детализации (например, на уровне конструкции или элемента, уровне товарной группы или уровне системы) в зависимости от их сложности и важности для безопасности.

5.44. Независимо от того, является ли программа управления старением специфичной для конструкции или элемента либо для механизма деградации, в каждой программе управления старением следует указывать конкретные действия, связанные с обнаружением, мониторингом и предотвращением либо ослаблением эффектов старения. Такие конкретные действия могут осуществляться в рамках станционных программ

технического обслуживания, аттестации оборудования, инспекций в процессе эксплуатации, испытаний и эксплуатационного контроля, а также программ контроля условий эксплуатации.

5.45. При разработке программ управления старением следует опираться на результаты рассмотрения управления старением.

5.46. Все разработанные программы должны соответствовать применимым национальным регулирующим требованиям, кодексам и стандартам, а также политике в области управления старением данной станции (см. п. 4.3) и отвечать девяти признакам из таблицы 2. Если по своему характеру программа такова, что не отвечает всем девяти признакам, ее использование должно быть надлежащим образом обосновано и такое обоснование должно быть документировано.

5.47. В рамках программ управления старением следует установить подходящие критерии приемлемости для инспектирования и мониторинга эффектов старения исходя из проектной основы или технических требований к конструкции или элементу, соответствующих регулирующим требованиям, кодексов и стандартов, с тем чтобы можно было принимать корректирующие меры задолго до утраты заданной функции(й) конструкции или элемента. В этих критериях приемлемости следует учитывать необходимость обеспечения достаточных запасов.

5.48. При разработке программ управления старением особое внимание следует уделять обеспечению того, чтобы в программе были предусмотрены меры по предотвращению, обнаружению, оценке и ослаблению эффектов старения по ожидаемым механизмам деградации, основанные на результатах рассмотрения управления старением.

5.49. Следует собирать информацию о текущем состоянии охваченных программой конструкций или элементов для последующего анализа эффективности программ управления старением. Наряду с разработкой программ управления старением следует разработать показатели, характеризующие эффективность программ управления старением (см. п. 5.56).

5.50. Ориентиром при разработке программ управления старением должны служить представленные в [5, 22] программы управления старением — для конкретной конструкции или элемента или для конкретного механизма деградации.

Осуществление программ управления старением

5.51. Программы управления старением должны осуществляться своевременно, чтобы заданные функции конструкций или элементов могли выполняться и в дальнейшем.

5.52. Для их осуществления следует установить детальные регламенты, в которых будут описываться меры по предотвращению и ослаблению эффектов, действия по мониторингу или инспектированию и оценке, критерии приемлемости и корректирующие меры и с которыми следует ознакомить различные подразделения атомной электростанции (например, службы эксплуатации, технического обслуживания и инженерного проектирования), отвечающие за выполнение программ управления старением.

5.53. В ходе осуществления программ управления старением следует собирать и регистрировать соответствующие данные, которые лягут в основу принимаемых решений о типе и сроках действий по управлению старением.

Рассмотрение и улучшение программ управления старением

5.54. Следует периодически оценивать эффективность программ управления старением в свете современных знаний и с учетом опыта выполнения программы и показателей работы, и при необходимости их следует обновлять и корректировать. К соответствующим знаниям относится информация о функционировании конструкции или элемента, истории эксплуатационного контроля и технического обслуживания, информация о результатах научных исследований и разработок и данные об опыте эксплуатации других ядерных установок.

5.55. Программы управления старением должны быть частью системы менеджмента эксплуатирующей организации.

5.56. Для оценки эффективности программ управления старением эксплуатирующей организации следует разработать и использовать соответствующие показатели. Примерами таких показателей являются:

- a) состояние материалов в сравнении с критериями приемлемости;
- b) тенденции, выявляемые на основе данных по отказам и деградации;

- с) процентная доля многократных отказов, вызванных старением, и случаев деградации;
- д) уровень соответствия программам инспектирования;
- е) недавно обнаруженные эффекты старения и механизмы деградации;
- ф) недавно разработанные программы управления старением.

5.57. Ответственным подразделениям и другим внутренним или внешним организациям, участвующим в управлении старением, следует обмениваться новыми данными и информацией, полученными в результате реализации программ управления старением. Следует рассмотреть возможность включения этих данных в существующие станционные базы данных, такие как общий перечень оборудования и элементов. Такие подразделения и организации должны периодически встречаться для рассмотрения этих данных и информации и обсуждения необходимости изменения программы управления старением или разработки новой программы управления старением.

5.58. Аттестованный ресурс оборудования следует переоценивать в течение его срока службы с учетом развития знаний о механизмах деградации. Если аттестованный срок службы оборудования будет увеличиваться, эксплуатирующая организация должна организовать детальную демонстрацию безопасности.

5.59. Руководству эксплуатирующей организации следует проводить рассмотрение эффективности программ управления старением и вносить в них улучшения. Результаты таких рассмотрений следует представлять на проверку и оценку регулирующему органу, если это предусмотрено национальными регулируемыми требованиями.

5.60. Следует рассмотреть возможность проведения независимых экспертиз программ управления старением для получения независимой оценки с целью выяснить, соответствуют ли программы управления старением общепринятой практике [5], и определить направления для улучшения работы.

5.61. Периодически следует проводить углубленное рассмотрение управления старением, например в рамках периодического рассмотрения безопасности [7] или в рамках рассмотрения безопасности на предмет долгосрочной эксплуатации (см. раздел 7), с тем чтобы проанализировать последствия старения для безопасности станции и оценить эффективность

станционных программ и методов, применяемых для управления старением на протяжении всего срока эксплуатации станции, включая, если это необходимо, период долгосрочной эксплуатации.

5.62. Углубленное рассмотрение должно показать, что выявление эффектов старения каждой конструкции или элемента и эффективное управление ими будет осуществляться на протяжении всего периода эксплуатации станции, включая, если это необходимо, период долгосрочной эксплуатации. Следует уточнить и применять требования к модификации существующих станционных программ или разработке любых новых программ. Результаты такого углубленного рассмотрения следует документировать, и необходимо своевременно принимать меры по сделанным заключениям, в том числе в отношении корректирующих мер и направлений для улучшения работы.

5.63. Следует развернуть программы научных исследований и разработок, финансируемые в достаточном объеме, для реагирования на любые новые проблемы старения и обеспечения а) постоянного углубления знаний и повышения предсказуемости механизмов деградации и причин старения и б) постоянного совершенствования соответствующих методов или практики мониторинга и ослабления эффектов. Следует применять стратегический подход к реализации соответствующих долгосрочных программ научных исследований и разработок.

АНАЛИЗЫ ОГРАНИЧЕННОГО ПО ВРЕМЕНИ СТАРЕНИЯ

5.64. Анализы ограниченного по времени старения должны отвечать всем шести приведенным ниже критериям [5].

- 1) Анализы ограниченного по времени старения должны включать КСЭ, охваченные программой управления старением. Задание объема такой программы описано в пп. 5.14–5.21 и показано на рис. 3.
- 2) В анализах ограниченного по времени старения должны рассматриваться эффекты старения. К эффектам старения, среди прочего, относятся: потеря материала, изменения размеров, изменения свойств материала, потеря прочности, потеря предварительного напряжения, осадка, растрескивание и потеря диэлектрических свойств.
- 3) В анализах ограниченного по времени старения должны учитываться допущения, сделанные на ограниченный период времени, который определен текущим сроком эксплуатации. Заданный срок эксплуатации

должен быть четко указан в анализе. Простого утверждения, что элемент рассчитан на определенный срок службы или на срок службы станции, будет недостаточно. Любое такое утверждение должно быть подкреплено расчетами или другими анализами, в которых в явной форме указан временной предел или сделано допущение, справедливое в течение некоторого периода времени.

- 4) При принятии решения, связанного с безопасностью, как того требуют национальные правила, эксплуатирующей организации следует установить, что конкретный анализ ограниченного по времени старения является релевантным. Его релевантность определяется эксплуатирующей организацией на основе обзора доступной информации. Расчет или анализ является релевантным, если можно доказать, что он имеет непосредственное отношение к действию, предпринятому в результате проведенного анализа. Анализы также релевантны, если они ложатся в основу решения, связанного с безопасностью станции, и при их отсутствии эксплуатирующая организация могла бы прийти к иному заключению, связанному с безопасностью, или принять иные меры обеспечения безопасности.
- 5) Анализы ограниченного по времени старения должны включать выводы или служить основой для выводов, касающихся способности КСЭ выполнять заданные функции.
- 6) Анализы ограниченного по времени старения должны быть частью документации текущей основы для лицензирования, либо такая документация должна содержать ссылку на них. Текущая основа для лицензирования включает в себя технические спецификации и информацию проектной основы либо обязательства эксплуатирующей организации, зафиксированные в станционных документах, которые содержатся или упоминаются в виде ссылки в текущей основе для лицензирования, включая, среди прочего следующее: отчеты по обоснованию безопасности, отчеты регулирующего органа об оценке безопасности, план противопожарной защиты или анализ опасностей, переписка с регулирующим органом, документация системы менеджмента и тематические отчеты, включенные в виде ссылок в отчеты по обоснованию безопасности. Если в отчете по обоснованию безопасности содержится код учетной записи для определенной группы конструкций или элементов, то справочный материал должен включать все расчеты, требуемые этим кодом учетной записи для данных конструкций или элементов.

5.65. В качестве анализов ограниченного по времени старения следует также рассматривать анализы безопасности, отвечающие всем критериям п. 5.64, за исключением критерия 6, которые были выполнены в государствах-членах с целью демонстрации готовности к эксплуатации в течение намеченного срока. Дополнительные примеры анализов ограниченного по времени старения для различных реакторных технологий приведены в [5].

5.66. Анализы ограниченного по времени старения следует оценивать на основе прогнозируемых значений параметров, зависящих от времени, например путем расчета флюенса нейтронов за определенный период эксплуатации. Это прогнозируемое значение зависящего от времени параметра (в данном примере — флюенса нейтронов) следует далее использовать для оценки определенных параметров данного анализа, таких как скорректированная температура нулевой пластичности или вязкость разрушения.

5.67. В том, что результаты анализов ограниченного по времени старения останутся действительными на предполагаемый период эксплуатации, следует убедиться путем демонстрации соответствия одному из нижеследующих критериев [5].

- a) Результаты анализа должны сохранять свою действительность в течение предполагаемого периода эксплуатации. Значение зависящего от времени параметра в течение предполагаемого периода эксплуатации не должно превышать значения этого параметра, используемого в существующем анализе.
- b) Анализ должен охватывать период до прогнозируемой даты окончания срока эксплуатации. Значение анализируемого параметра должно быть изменено исходя из значений зависящего от времени параметра, прогнозируемых для предполагаемого периода эксплуатации, и это значение анализируемого параметра должно по-прежнему удовлетворять нормативному пределу или критерию.
- c) Должно быть обеспечено надлежащее управление воздействием старения на заданную функцию(и) конструкции или элемента в течение предполагаемого периода эксплуатации. Значение анализируемого параметра должно регулироваться (с помощью программы управления старением) таким образом, чтобы было обеспечено адекватное управление эффектами старения и чтобы значение анализируемого параметра по-прежнему удовлетворяло нормативному пределу или критерию в течение предполагаемого периода эксплуатации.

5.68. Если анализ ограниченного по времени старения не может быть признан приемлемым исходя из критериев п. 5.67, то должны быть приняты корректирующие меры. В зависимости от конкретного анализа корректирующие меры могут предусматривать:

- a) доработку анализа для устранения излишнего консерватизма;
- b) включение дополнительных мероприятий в эксплуатацию, техническое обслуживание или в программу управления старением;
- c) модификацию, ремонт или замену данной конструкции или элемента.

5.69. Результаты оценки анализов ограниченного по времени старения следует использовать в качестве подспорья для рассмотрения управления старением.

ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ СТАРЕНИЕМ

5.70. Допущения, действия, расчеты, оценки и результаты оценки стационарной программы управления старением следует документировать в соответствии с национальными регулирующими требованиями, а также в соответствии с нормами безопасности МАГАТЭ [2, 8]. Документацию следует составлять и хранить в форме, допускающей поиск и проверку.

5.71. Для того чтобы показать, что в течение запланированного периода эксплуатации будет осуществляться управление эффектами старения, в документацию следует также включить:

- a) описание стационарных программ и документов, относящихся к управлению старением;
- b) перечень обязательств или планов по совершенствованию или составлению стационарных программ и документов, относящихся к управлению старением.

5.72. Документация должна включать в себя последнюю редакцию отчета по обоснованию безопасности, отражающую принятые допущения, деятельность и результаты стационарной программы управления старением.

5.73. Допущения, действия, расчеты, оценки и результаты стационарной программы управления старением следует по мере необходимости также отражать в отчетах о периодическом рассмотрении безопасности.

5.74. Если для обоснования долгосрочной эксплуатации или продления действия лицензии будет использоваться периодическое рассмотрение безопасности, то в оценке безопасности, выполняемой в соответствии с положениями SSG-25 [7], следует учитывать предполагаемый период эксплуатации.

6. УПРАВЛЕНИЕ МОРАЛЬНЫМ ИЗНОСОМ

6.1. Управление моральным износом КСЭ на станции следует осуществлять с помощью специальной станционной программы с должным опережением и дальновидностью, и эта проблема должна решаться до того, как в результате морального износа произойдет снижение уровня надежности и доступности.

6.2. Следует разработать и ввести в действие программу управления моральным износом с охватом всех КСЭ, важных для безопасности, и запасных частей, необходимых для обеспечения работоспособности этих КСЭ.

6.3. Программа управления моральным износом должна предусматривать участие служб инженерного проектирования, технического обслуживания, эксплуатации и планирования работ, а также старшего руководства станции и предприятий-поставщиков.

6.4. Программу управления моральным износом следует представить в регулирующий орган для рассмотрения и оценки; уровень детализации такой программы определяется национальными регулирующими требованиями.

6.5. Программа управления моральным износом должна, с учетом конкретных обстоятельств, соответствовать девяти признакам, указанным в таблице 2.

6.6. Программа управления моральным износом должна включать три основных этапа (см. рис. 6):

- 1) эксплуатирующей организации следует идентифицировать установленные КСЭ, важные для безопасности, которые морально устарели или устареют в ближайшие годы;
- 2) Следует выстроить идентифицированное оборудование в порядке очередности исходя из значимости устаревающего оборудования с точки зрения безопасности и критичности (т.е. его влияния на безопасность станции);
- 3) эксплуатирующей организации следует разработать и эффективно реализовать решения по своевременной замене такого оборудования. Решения по управлению моральным износом показаны на рис. 7 и описаны в программе управления моральным износом ИГАЛЛ [5].

6.7. В целях идентификации морально устаревшего оборудования и запасных частей следует выполнять нижеследующие мероприятия:

- а) сбор данных о конструкциях и элементах — как правило, из систем учета материальных ценностей станции (баз данных по оборудованию, содержащих информацию по изготовителям и запчастям);
- б) выяснение того, продолжает ли данный изготовитель поставлять сменное оборудование и запасные части.

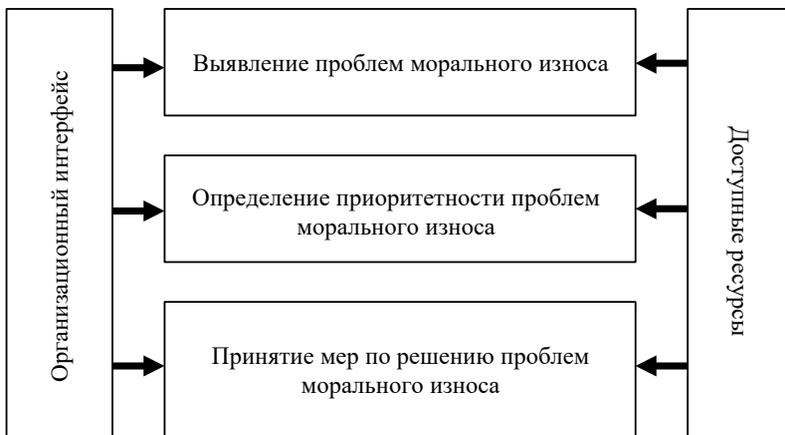


РИС. 6. Основные этапы общего процесса управления моральным износом по принципу упреждения.

6.8. Для установления приоритетности (см. этап 2 в п. 6.6) следует использовать подходящие критерии, такие как значимость с точки зрения безопасности; станционные потребности; количество на складе; классификация компонентов по безопасности; история отказов; надежность конструкций или элементов; информация о нарядах на работу; история поставок; неопределенности (недостаточность данных по запасным частям).

6.9. Следует проводить обучение персонала, занимающегося управлением моральным износом, по соответствующей тематике.

6.10. Эксплуатирующей организации следует обмениваться информацией и участвовать в сотрудничестве в ядерной отрасли, а также использовать отраслевые инструменты для выявления и решения типичных проблем морального износа оборудования.

6.11. Эксплуатирующей организации следует периодически оценивать действенность программы управления моральным износом и постоянно стремиться к повышению ее эффективности и результативности. Следует проводить самооценки программы управления моральным износом, ее реализации и действенности и принимать необходимые меры на основании извлеченных уроков.



РИС. 7. Решения по управлению моральным износом.

6.12. Подробная информация о программе управления моральным износом приведена в [5].

7. ПРОГРАММА ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1. В требовании 16 SSR-2/2 (Rev. 1) [2] установлены требования к программе долгосрочной эксплуатации.

7.2. Требования в отношении долгосрочной эксплуатации должны быть определены в национальной нормативной базе. При необходимости ими могут охватываться области, смежные с требованиями к периодическому рассмотрению безопасности [7].

ОРГАНИЗАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.3. Эксплуатирующей организации следует принять комплексную структуру проекта или аналогичные организационные механизмы для разработки и осуществления программы долгосрочной эксплуатации, в которой должны учитываться механизмы управления физическим старением, описанные в разделе 5. Следует ввести надлежащие организационные механизмы для управления физическим старением, включая моральный износ, что станет одним из условий принятия решения о долгосрочной эксплуатации атомной электростанции.

7.4. В дополнение к существующим обязательствам, связанным с управлением старением, эксплуатирующей организации следует четко определить дополнительные обязанности и полномочия по подготовке и осуществлению долгосрочной эксплуатации с учетом всех регулирующих требований, касающихся долгосрочной эксплуатации. Эксплуатирующей организации следует обеспечить наличие соответствующих ресурсов для нужд, связанных с выполнением возложенных на нее обязанностей и ответственности.

ПРИНЦИПЫ ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПОДХОД К НЕЙ

7.5. Основные этапы программы долгосрочной эксплуатации, в частности управление старением КСЭ, необходимых для обеспечения безопасной долгосрочной эксплуатации, показаны на рис. 8.

7.6. Решение эксплуатирующей организации о переходе к долгосрочной эксплуатации обычно основывается на некоей оценке (технико-экономическом обосновании), в которой рассматриваются следующие аспекты:

- a) стратегические элементы, такие как потребность в электроэнергии, экономическая оценка и проблемы разнообразия поставок — с должным учетом того, что безопасность имеет приоритет над производством электроэнергии;
- b) соблюдение действующих кодексов, норм и правил;
- c) новейшие международные стандарты и руководства в данной области;
- d) техническая оценка физического состояния станции;
- e) оценка прошлого опыта эксплуатации станции в части, касающейся старения, морального износа и других проблем безопасности;
- f) хранение отработавшего ядерного топлива в период долгосрочной эксплуатации;
- g) обращение с радиоактивными отходами в период долгосрочной эксплуатации;
- h) оценка воздействия долгосрочной эксплуатации на окружающую среду, как того требуют национальные регулирующие положения.

7.7. Следует выработать станционную политику долгосрочной эксплуатации, которая должна охватывать принципы и концепцию (стратегию) долгосрочной эксплуатации. Если решение о долгосрочной эксплуатации связано с тем или иным процессом регулирования, таким как продление действия лицензии или периодическое рассмотрение безопасности, этот процесс регулирования следует учитывать в станционной политике.

7.8. Программа долгосрочной эксплуатации должна основываться на следующих принципах:

- a) практика эксплуатации должна соответствовать национальным регулирующим положениям и, если применимо, международным руководящим принципам и в достаточной мере обеспечивать безопасную эксплуатацию станции;
- b) процесс регулирования должен в достаточной мере обеспечивать поддержание безопасной эксплуатации атомной электростанции и должен быть сфокусирован на эффектах старения, управление которыми необходимо надлежащим образом осуществлять в течение запланированного периода долгосрочной эксплуатации;
- c) текущая основа для лицензирования должна обеспечивать приемлемый уровень безопасности и должна быть продлена на запланированный период долгосрочной эксплуатации таким же образом и в том же объеме, за исключением изменений, касающихся конкретно долгосрочной эксплуатации.

7.9. Концепция (стратегия) долгосрочной эксплуатации должна охватывать основные цели и задачи, рубежи, виды деятельности, организационные роли и обязанности, взаимодействие с другими крупными проектами и взаимодействие с внешними организациями.

7.10. Персонал эксплуатирующей организации, и в частности персонал станции, должен быть знаком с долгосрочной эксплуатацией и понимать ее принципы и концепцию.

7.11. Рассмотрение управления старением и оценка анализов ограниченного по времени старения уже должны быть выполнены ранее в соответствии с рекомендациями, содержащимися соответственно в пп. 5.22–5.36 и пп. 5.64–5.69; если этого сделано не было, следует провести такое рассмотрение и оценку в интересах долгосрочной эксплуатации.

7.12. Вопросы морального износа уже должны быть рассмотрены ранее в соответствии с рекомендациями, содержащимися в пп. 6.1–6.11; если этого сделано не было, их следует рассмотреть в интересах долгосрочной эксплуатации.

7.13. Оценка на предмет долгосрочной эксплуатации должна показать, в частности, что управление эффектами старения будет осуществляться надлежащим образом, чтобы заданные КСЭ функции могли выполняться в соответствии с текущей основой для лицензирования станции в течение запланированного периода долгосрочной эксплуатации.

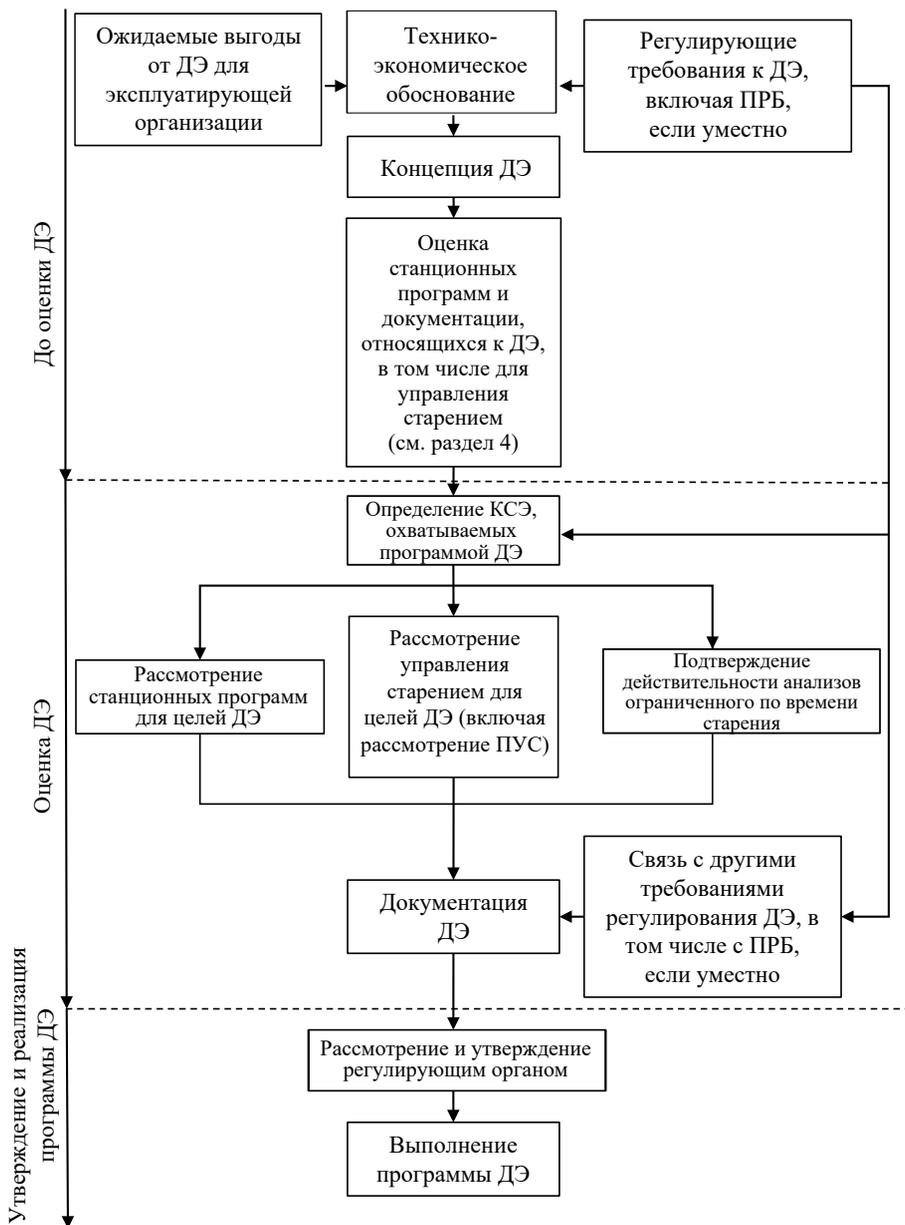
7.14. Подход к оценке, предшествующей долгосрочной эксплуатации, показан на рис. 8. В части, касающейся старения, в рамках основных этапов программы долгосрочной эксплуатации должно быть предусмотрено следующее:

- a) демонстрация того, что выявление эффектов старения и управление ими (включая учет опыта эксплуатации и результатов научных исследований и разработок) будут по-прежнему осуществляться для каждой конструкции или элемента, охваченных программой долгосрочной эксплуатации, в течение запланированного периода долгосрочной эксплуатации;
- b) рассмотрение анализов ограниченного по времени старения с целью удостовериться в том, что эти анализы продолжают отвечать критериям, указанным в п. 5.67.

7.15. В подходе к оценке на предмет долгосрочной эксплуатации должны также учитываться процессы лицензирования и другие требования, связанные с лицензированием, такие как проведение периодического рассмотрения безопасности [7]. Это делается для обеспечения того, чтобы любые усовершенствования систем безопасности, необходимые для долгосрочной эксплуатации, рассматривались как часть подготовки к долгосрочной эксплуатации.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.16. Для управления старением в период долгосрочной эксплуатации следует использовать подход, описанный в разделе 5, с учетом различий, которые будут характерны для периода долгосрочной эксплуатации, например более продолжительного времени работы и более высоких уровней флюенса нейтронов. Кроме того, следует учитывать изменения, которые произойдут до начала периода долгосрочной эксплуатации, в том числе изменения в регулирующих требованиях, кодексах и стандартах, знаниях и опыте эксплуатации.



Примечание: ПУС — программа управления старением; ДЭ — долгосрочная эксплуатация; ПРБ — периодическое рассмотрение безопасности.

РИС. 8. Основные этапы программы долгосрочной эксплуатации.

7.17. Следует выполнить переоценку анализов ограниченного по времени старения для планируемого периода долгосрочной эксплуатации, и при этом следует продемонстрировать, что они отвечают критериям п. 5.67.

7.18. В программу долгосрочной эксплуатации следует включить виды деятельности, анализы, оценки и результаты, перечисленные ниже.

- a) Метод задания объема, полученные результаты (конструкции или элементы, охваченные и не охваченные программой долгосрочной эксплуатации) и вспомогательные технические обоснования, как указано в пп. 5.14–5.21.
- b) Демонстрация того, что программы, предназначенные для целей долгосрочной эксплуатации, позволяют сделать вывод о том, что заданные КСЭ функции и требуемые запасы безопасности будут сохранены. Такая демонстрация должна охватывать следующие вопросы:
 - описание заданных функций конструкций или элементов;
 - идентификация применимых эффектов старения и механизмов деградации, например на основе используемых материалов, внешней среды и опыта эксплуатации;
 - спецификация и описание эксплуатационных программ и программ управления старением, посредством которых осуществляется управление выявленными эффектами старения;
 - демонстрация того, что эти эксплуатационные программы и программы управления старением (в том числе новые программы) эффективны.
- c) Демонстрация того, что рассмотрение, выполненное для КСЭ, охваченных программой долгосрочной эксплуатации, согласуется с процессом, описанным в пп. 5.22–5.36. Следует подготовить техническое обоснование, которое:
 - показывает, что управление эффектами старения каждой конструкции или элемента будет осуществляться в достаточной мере для того, чтобы заданная функция(и) конструкции или элемента выполнялась в течение планируемого периода долгосрочной эксплуатации в соответствии с текущей основой для лицензирования;
 - обеспечивает адекватный учет опыта эксплуатации и результатов научных исследований при оценке эффектов старения конструкций или элементов, охваченных программой

долгосрочной эксплуатации, а также то, что опыт эксплуатации и результаты научных исследований будут и далее приниматься во внимание в течение всего периода долгосрочной эксплуатации.

- d) Демонстрация того, что анализы ограниченного по времени старения были подтверждены и что такое подтверждение включает:
- идентификацию анализов ограниченного по времени старения в соответствии с определением, приведенным в п. 5.64;
 - переоценку каждого анализа ограниченного по времени старения в соответствии с рекомендациями, приведенными в п. 7.28, в целях демонстрации того, что заданная функция(и) конструкции или элемента будет выполняться на протяжении планируемого периода долгосрочной эксплуатации в соответствии с текущей основой для лицензирования.
- e) Реализация программы долгосрочной эксплуатации с определением корректирующих мер для обеспечения безопасности долгосрочной эксплуатации, а также связанные с долгосрочной эксплуатацией график и обязательства эксплуатирующей организации.

7.19. В программе долгосрочной эксплуатации должны быть учтены усовершенствования систем безопасности, требуемые для долгосрочной эксплуатации, а также связанные с долгосрочной эксплуатацией график и обязательства эксплуатирующей организации.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРУГА КОНСТРУКЦИЙ, СИСТЕМ И ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.20. При определении круга КСЭ для долгосрочной эксплуатации необходимо следовать подходу, изложенному в пп. 5.14–5.21, и при этом следует принимать во внимание различия в регулирующих требованиях, кодексах и стандартах.

РАССМОТРЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ В ЦЕЛЯХ ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.21. При рассмотрении управления старением в целях долгосрочной эксплуатации следует придерживаться подхода, изложенного в пп. 5.22–5.36, принимая во внимание различия в регулирующих требованиях, кодексах и стандартах, знаниях и опыте эксплуатации, относящихся к периоду долгосрочной эксплуатации.

7.22. Для идентификации программ, необходимых для управления старением конструкций или элементов, охваченных программой долгосрочной эксплуатации, следует использовать процесс, изложенный в пп. 5.30–5.32.

7.23. При рассмотрении управления старением в целях долгосрочной эксплуатации следует обращать внимание на нижеследующие вопросы:

- a) предвидится ли проявление какого-либо нового эффекта старения или механизма деградации в течение планируемого периода долгосрочной эксплуатации;
- b) ожидается ли изменение значимости механизмов деградации, скорости деградации или восприимчивых к деградации участков в течение планируемого периода долгосрочной эксплуатации;
- c) были ли учтены в программах управления старением современный опыт эксплуатации и результаты научных исследований, имеющие отношение к делу.

7.24. Если эксплуатирующая организация не провела рассмотрение управления старением, то для определения или разработки эффективных программ управления старением следует использовать результаты рассмотрения управления старением для целей долгосрочной эксплуатации, чтобы эффекты старения, выявленные в ходе рассмотрения управления старением, можно было обнаружить и уменьшить прежде, чем под угрозу будут поставлены целостность и функциональные возможности КСЭ.

7.25. Рассмотрение управления старением должно ясно показывать, что идентификация и управление эффектами старения каждой конструкции или элемента, охваченных программой долгосрочной эксплуатации, будут осуществляться в течение всего планируемого периода долгосрочной эксплуатации.

АНАЛИЗ СТАЦИОННЫХ ПРОГРАММ И ПРОГРАММ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.26. На основе результатов рассмотрения управления старением для целей долгосрочной эксплуатации следует провести анализ существующих стационарных программ, используемых при управлении старением, а также существующих программ управления старением, чтобы удостовериться

в том, что с их помощью будет по-прежнему эффективно осуществляться управление выявленными эффектами в период долгосрочной эксплуатации. В ходе такого анализа должна определяться потребность в модификации программ и/или в разработке новых программ, необходимых для того, чтобы конструкции и элементы могли выполнять заданные функции в течение планируемого периода долгосрочной эксплуатации.

7.27. Все существующие и новые станционные программы для целей долгосрочной эксплуатации должны проверяться на соответствие девяти признакам, приведенным в таблице 2. Кроме того, следует проводить анализ станционных программ и документации, описанных в разделе 4, применительно к планируемому периоду долгосрочной эксплуатации.

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ АНАЛИЗОВ ОГРАНИЧЕННОГО ПО ВРЕМЕНИ СТАРЕНИЯ

7.28. Следует выполнить оценку анализов ограниченного по времени старения в целях установления приемлемости дальнейшей эксплуатации анализируемой конструкции или элемента в течение запланированного периода долгосрочной эксплуатации, в соответствии с п. 5.67. Следует определить параметр, зависящий от времени, путем переоценки или анализа истории эксплуатации станции (в том числе прогнозируемые значения этого параметра до конца планируемого периода долгосрочной эксплуатации), чтобы установить значение этого параметра, которое применимо к запланированному периоду долгосрочной эксплуатации либо ограничивает ожидаемое значение параметра в конце данного периода. Значение зависящего от времени параметра, применимое к периоду долгосрочной эксплуатации, следует использовать при переоценке анализов ограниченного по времени старения, как описано в п. 5.67.

ДОКУМЕНТАЦИЯ ДЛЯ НУЖД ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.29. Допущения, действия, расчеты, оценки и результаты станционной программы долгосрочной эксплуатации должны документироваться эксплуатирующей организацией в соответствии с национальными регулирующими требованиями, а также в соответствии с нормами безопасности МАГАТЭ [2]. Документация должна составляться и храниться в форме, допускающей поиск и проверку, чтобы она могла составлять часть технического обоснования решения о долгосрочной эксплуатации.

7.30. Документация должна содержать подробную информацию по каждому из элементов, указанных в пп. 7.18 и 7.19, а также любую другую информацию, предусмотренную национальными регулирующими требованиями.

7.31. Что касается управления старением, то для подтверждения того, что управление эффектами старения будет осуществляться в течение всего планируемого периода долгосрочной эксплуатации, в документацию необходимо также включать следующее:

- а) описание станционных программ и документов, связанных с управлением старением в течение всего планируемого периода долгосрочной эксплуатации;
- б) перечень обязательств по совершенствованию или разработке станционных программ и документов, относящихся к управлению старением в течение всего периода долгосрочной эксплуатации, а также информацию о введении новых программ управления старением.

7.32. Методология, используемая при проведении рассмотрения управления старением для целей долгосрочной эксплуатации, должна быть задокументирована и обоснована.

7.33. Следует документировать все данные и выводы, касающиеся сферы охвата рассмотрения управления старением для целей долгосрочной эксплуатации, в том числе следующее:

- а) наименования и перечни КСЭ, для которых проводится рассмотрение управления старением, и заданные им функции;
- б) описание и обоснование методов, используемых для определения конструкций или элементов, для которых проводится рассмотрение управления старением;
- в) источники информации, используемые для достижения вышеуказанного, и любые описания, необходимые для пояснения их использования.

7.34. Результаты рассмотрения управления старением для целей долгосрочной эксплуатации следует документировать в соответствующем отчете. В таком отчете должно говориться об изучении старения, мониторинге старения, а также о предотвращении и ослаблении эффектов

старения. Кроме того, должны даваться рекомендации по применению результатов рассмотрения управления старением при эксплуатации, техническом обслуживании и проектировании станций.

7.35. Документация, показывающая, что управление эффектами старения будет осуществляться в достаточной мере в период долгосрочной эксплуатации, должна включать в себя следующее:

- a) идентификацию эффектов старения и механизмов деградации, требующих управления;
- b) перечисление конкретных программ или видов деятельности, в рамках которых будет осуществляться управление эффектами старения и механизмами деградации каждой включенной в перечень конструкции, элемента или товарной группы;
- c) описание того, каким образом в рамках этих программ и видов деятельности будет осуществляться управление эффектами старения и механизмами деградации.

7.36. В состав документации следует включать текущий отчет по обоснованию безопасности и другие требуемые в процессе лицензирования документы, в которых отражены допущения, деятельность и результаты станционной программы долгосрочной эксплуатации. Текущий отчет по обоснованию безопасности также должен включать документы, подтверждающие действительность анализов ограниченного по времени старения на период долгосрочной эксплуатации.

7.37. В соответствующих случаях допущения, деятельность, расчеты, оценки и результаты станционной программы долгосрочной эксплуатации следует также отражать в отчете о периодическом рассмотрении безопасности.

7.38. Если периодическое рассмотрение безопасности используется в качестве инструмента лицензирования, то в оценке безопасности, выполняемой для факторов безопасности 2–5, определенных в SSG-25 [7], следует учитывать весь планируемый период долгосрочной эксплуатации.

РАССМОТРЕНИЕ И УТВЕРЖДЕНИЕ РЕГУЛИРУЮЩИМ ОРГАНОМ

7.39. В целях обеспечения безопасной долгосрочной эксплуатации атомной электростанции эксплуатирующая организация должна продемонстрировать, что безопасность атомной электростанции будет поддерживаться в течение всего периода долгосрочной эксплуатации в соответствии с действующими нормами безопасности и национальными регулирующими требованиями, а регулирующий орган должен контролировать этот процесс.

7.40. Подтверждение безопасности при долгосрочной эксплуатации следует представить на рассмотрение и утверждение в регулирующий орган; уровень детализации и порядок представления такого документа определяется национальными регулирующими требованиями. В данном обосновании должны быть показаны тенденции в развитии ожидаемых эффектов старения в период долгосрочной эксплуатации, основанные на результатах прошлых исследований, таких как исследования в рамках предыдущих периодических рассмотрений безопасности, и, при необходимости, модификации, которые предстоит выполнить на станции для повышения безопасности.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.41. Программа долгосрочной эксплуатации должна осуществляться эксплуатирующей организацией в соответствии с требованиями национального регулирующего органа и национальными регулирующими положениями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: проектирование, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-2/1 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2016).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-2/2 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2017).
- [3] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Оценка безопасности установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 4 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2016).
- [4] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 1 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2016).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management for Nuclear Power Plants: International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL), Safety Reports Series No. 82, IAEA, Vienna (2015).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Approaches to Ageing Management for Nuclear Power Plants: International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL) Final Report, IAEA-TECDOC-1736, IAEA, Vienna (2014).
- [7] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Периодическое рассмотрение безопасности атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-25, МАГАТЭ, Вена (2016).
- [8] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Лидерство и менеджмент для обеспечения безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 2, МАГАТЭ, Вена (2017).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Storage of Spent Nuclear Fuel, IAEA Safety Standards Series No. SSG-15, IAEA, Vienna (2012). (Готовится новая редакция данной публикации.)
- [10] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Техническое обслуживание, надзор и инспекции при эксплуатации на атомных электростанциях, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.6, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Proactive Management of Ageing for Nuclear Power Plants, Safety Reports Series No. 62, IAEA, Vienna (2009).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, IAEA, Vienna (2004). (Готовится к выпуску новая редакция этой публикации.)
- [13] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Модификации на атомных станциях, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.3, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [14] МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, Сохранение целостности конструкции ядерных установок в течение всего срока эксплуатации, INSAG-19, МАГАТЭ, Вена (2015).

- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Equipment Qualification in Operational Nuclear Power Plants: Upgrading, Preserving and Reviewing, Safety Reports Series No. 3, IAEA, Vienna (1998).
- [16] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Проектирование систем контроля и управления для атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-39, МАГАТЭ, Вена (2018).
- [17] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Программа по водно-химическому режиму для атомных электростанций с водоохлаждаемыми реакторами, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-13, МАГАТЭ, Вена (2014).
- [18] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Применение системы управления для установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-G-3.1, МАГАТЭ, Вена (2009).
- [19] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Система управления для ядерных установок, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-G-3.5, МАГАТЭ, Вена (2014).
- [20] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Эксплуатирующая организация для атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.4, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Data Collection and Record Keeping for the Management of Nuclear Power Plant Ageing, Safety Series No. 50-P-3, IAEA, Vienna (1991).
- [22] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management of Concrete Structures in Nuclear Power Plants, IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-3.5, IAEA, Vienna (2016).

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Bollen, R.	ЭПЗ, Нидерланды
Brocko, P.	«Роллс-Ройс», Чешская Республика
Cox, A.	«Энтерджи», Соединенные Штаты Америки
De Jong, A.	ЭПЗ, Нидерланды
Duchac, A.	Международное агентство по атомной энергии
Havel, R.	РЕСКО, Чешская Республика
Heldt, J.	АЭС «Ляйбштадт», Швейцария
Hiser, A.	Комиссия по ядерному регулированию, Соединенные Штаты Америки
Inagaki, T.	Токийская электроэнергетическая компания, Япония
Kirkhope, K.	Комиссия по ядерной безопасности Канады, Канада
Krivanek, R.	Международное агентство по атомной энергии
Liszka, E.	Шведское управление по радиационной безопасности, Швеция
Michel, F.	Общество по безопасности установок и реакторов (ГРС), Германия
Ratkai, S.	АЭС «Пакш», Венгрия
Wullaert, P.	«Электрисите де Франс», Франция



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**