

# Нормы МАГАТЭ по безопасности

для защиты людей и охраны окружающей среды

## Управление старением атомных электростанций

Руководство по безопасности

№ NS-G-2.12



**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии

# НОРМЫ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ И ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ДАННОЙ ТЕМЕ

## НОРМЫ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

В соответствии со статьёй 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 МАГАТЭ по безопасности.** 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 МАГАТЭ по нормам безопасности можно получить на сайте МАГАТЭ в Интернете

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

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

Всем пользователям норм МАГАТЭ по безопасности 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 по почте (см. адрес выше), или по электронной почте по адресу [Official.Mail@iaea.org](mailto: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 **TECDOC**. 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 АТОМНЫХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

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

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 МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ, № NS-G-2.12

# УПРАВЛЕНИЕ СТАРЕНИЕМ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА, 2014 ГОД

## УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

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

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

© МАГАТЭ, 2014

Напечатано МАГАТЭ в Австрии  
Январь 2014  
STI/PUB/1373

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
ДЛЯ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК  
МАГАТЭ, ВЕНА, 2014  
STI/PUB/1373  
ISBN 978-92-0-400214-0  
ISSN 1020-5845

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Устав МАГАТЭ уполномочивает Агентство устанавливать 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. Всеобъемлющий свод регулярно пересматриваемых норм безопасности наряду с помощью МАГАТЭ в их применении стал ключевым элементом глобального режима безопасности.

В середине 1990-х годов было начато осуществление существенного пересмотра программы норм МАГАТЭ по безопасности, была введена пересмотренная структура комитета по надзору и принят системный подход к обновлению всего свода норм. В результате этого новые нормы отвечают наивысшим требованиям и воплощают наилучшую практику в государствах-членах. С помощью Комиссии по нормам безопасности МАГАТЭ проводит работу с целью содействия глобальному признанию и использованию своих норм безопасности.

Однако нормы безопасности эффективны лишь тогда, когда они правильно применяются на практике. Услуги, оказываемые МАГАТЭ в области обеспечения безопасности, которые касаются вопросов инженерной безопасности, эксплуатационной безопасности, радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов, а также вопросов регулирования и культуры безопасности в организациях, помогают государствам-членам применять эти нормы и оценивать их эффективность. Эти услуги в области обеспечения безопасности позволяют осуществлять обмен ценной информацией, и я продолжаю призывать все государства-члены пользоваться ими.

Ответственность за деятельность по регулированию ядерной и радиационной безопасности возлагается на страны, и многие государства-члены принимают решение применять нормы МАГАТЭ по безопасности в своих национальных регулирующих положениях. Для договаривающихся сторон различных международных конвенций по безопасности нормы МАГАТЭ являются согласованным и надежным средством обеспечения эффективного выполнения обязательств, вытекающих из этих конвенций. Указанные нормы применяются также проектировщиками, изготовителями оборудования и операторами во всем мире в целях повышения ядерной и радиационной безопасности в энергетике, медицине, промышленности, сельском хозяйстве, научных исследованиях и образовании.

МАГАТЭ серьезно относится к долгосрочной задаче, стоящей перед всеми пользователями и регулирующими органами, - обеспечивать высокий уровень безопасности при использовании ядерных материалов и источников излучения во всем мире. Их непрерывное использование на благо человечества должно осуществляться безопасным образом, и нормы МАГАТЭ по безопасности предназначены для содействия достижению этой цели.



# НОРМЫ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

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

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

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

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

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

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

## НОРМЫ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

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

В целях обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения нормы МАГАТЭ по безопасности 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 безопасности<sup>1</sup> преследуют общую цель защиты жизни и здоровья людей и охраны окружающей среды. Меры по обеспечению безопасности и физической безопасности должны разрабатываться и осуществляться комплексно, таким образом, чтобы меры по обеспечению физической безопасности не осуществлялись в ущерб безопасности, и наоборот, чтобы меры по обеспечению безопасности не осуществлялись в ущерб физической безопасности.

Нормы МАГАТЭ по безопасности 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 МАГАТЭ по безопасности, которая состоит из документов трех категорий (см. рис. 1).

---

<sup>1</sup> См. также публикации в Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности.



*РИС. 1. Долгосрочная структура Серии норм МАГАТЭ по безопасности.*

## Основы безопасности

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

## Требования безопасности

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

## **Руководства по безопасности**

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

## **ПРИМЕНЕНИЕ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ**

Основные пользователи норм безопасности в государствах – членах МАГАТЭ – это регулирующие и другие соответствующие государственные органы. Кроме того, нормы МАГАТЭ по безопасности 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 МАГАТЭ по безопасности применяются в соответствующих случаях на протяжении всего жизненного цикла всех имеющихся и новых установок, используемых в мирных целях, и на протяжении всей нынешней и новой деятельности в мирных целях, а также в отношении защитных мер для уменьшения существующих радиационных рисков. Они могут использоваться государствами в качестве базы для их национальных регулирующих положений в отношении установок и деятельности.

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

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

Международные конвенции содержат требования, аналогичные требованиям, которые изложены в нормах МАГАТЭ по безопасности, и делают их обязательными для договаривающихся сторон. Нормы МАГАТЭ по безопасности, 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 МАГАТЭ по безопасности, особенно те из них, которые посвящены вопросам планирования или разработки мер по обеспечению безопасности, предназначаются, прежде всего, для применения к новым установкам и видам деятельности. На некоторых существующих установках, сооруженных в соответствии с нормами, принятыми ранее, требования, установленные в нормах МАГАТЭ по безопасности, в полном объеме соблюдаться не могут. Вопрос о том, как нормы МАГАТЭ по безопасности должны применяться на таких установках, решают сами государства.

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

## ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Подготовкой и рассмотрением норм безопасности занимаются Секретариат МАГАТЭ и четыре комитета по нормам безопасности, охватывающих ядерную безопасность (НУССК), радиационную безопасность (РАССК), безопасность радиоактивных отходов (ВАССК) и безопасную перевозку радиоактивных материалов (ТРАНССК), а также Комиссия по нормам безопасности (КНБ), которая осуществляет надзор за программой по нормам МАГАТЭ по безопасности (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 МАГАТЭ по безопасности 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 МАГАТЭ по безопасности принимаются во внимание выводы Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН) и рекомендации международных экспертных органов, в частности, Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ). Некоторые нормы безопасности разрабатываются в сотрудничестве с другими органами системы Организации Объединенных Наций или другими специализированными учреждениями, включая Продовольственную и сельскохозяйственную организацию Объединенных Наций, Программу Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Международную организацию труда, Агентство по ядерной энергии ОЭСР, Панамериканскую организацию здравоохранения и Всемирную организацию здравоохранения.

## ТОЛКОВАНИЕ ТЕКСТА

Относящиеся к безопасности термины должны толковаться в соответствии с определениями, данными в Глоссарии МАГАТЭ по вопросам безопасности (см. <http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm>). 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 МАГАТЭ по безопасности, а также их цель, сфера применения и структура приводятся в разделе 1 «Введение» каждой публикации.

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

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





## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ .....	1
	Общие сведения .....	1
	Цель .....	2
	Область применения .....	2
	Структура .....	3
2.	ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ .....	3
	Основные понятия управления старением .....	4
	Основные понятия в области управления моральным старением .....	7
	Применение управления старением при долгосрочной эксплуатации .....	7
3.	ПРОАКТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СТАРЕНИЕМ .....	9
	Проектирование .....	9
	Изготовление и строительство .....	12
	Ввод в эксплуатацию .....	12
	Эксплуатация .....	13
	Снятие с эксплуатации .....	16
4.	УПРАВЛЕНИЕ СТАРЕНИЕМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	16
	Организационные мероприятия .....	17
	Сбор данных и ведение документации .....	19
	Отбор систем, конструкций и элементов .....	20
	Рассмотрение управления старением .....	22
	Понимание старения .....	22
	Мониторинг старения .....	25
	Смягчение эффектов старения .....	25
	Доклад о рассмотрении управления старением .....	26
	Оценка состояния .....	26
	Разработка программ управления старением .....	27
	Осуществление программ управления старением .....	30
	Совершенствование программ управления старением .....	31

5.	УПРАВЛЕНИЕ МОРАЛЬНЫМ СТАРЕНИЕМ.....	32
6.	РАССМОТРЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ ПРИ ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	33
7.	ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ДРУГИМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЛАСТЯМИ.....	35
	Аттестация оборудования.....	35
	Периодическое рассмотрение безопасности.....	36
	СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	38
	ПРИЛОЖЕНИЕ I  СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО УПРАВЛЕНИЮ СТАРЕНИЕМ.....	41
	ПРИЛОЖЕНИЕ II  ПРИМЕРЫ СОДЕРЖАНИЯ СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ И ВЕДЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ .....	44
	ПРИЛОЖЕНИЕ III ПРИМЕРЫ ВАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ СТАРЕНИЯ И ПОДВЕРЖЕННЫХ СТАРЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ .....	46
	СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ .....	49
	ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ.....	51

# 1. ВВЕДЕНИЕ

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Настоящее руководство по безопасности подготовлено в рамках программы МАГАТЭ по нормам безопасности для атомных электростанций. Требования к проектированию и эксплуатации атомных электростанций установлены в публикациях категории Требований по безопасности «Безопасность атомных электростанций: проектирование» [1] и «Безопасность атомных электростанций: эксплуатация» [2]. В публикации категории Требований безопасности «Юридическая и государственная инфраструктура ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки» [3] рассмотрены регулирующие аспекты на всех этапах жизненного цикла установок или продолжения деятельности и в любой последующий период институционального контроля до тех пор, пока не будет устранена значительная остаточная радиационная опасность.

1.2. Управление старением атомных электростанций означает обеспечение наличия необходимых функций безопасности в течение всего срока службы станции с учетом изменений, которые происходят во времени и по мере использования. Это требует рассмотрения не только физического старения конструкций, систем и элементов (КСЭ), приводящего к ухудшению их характеристик, но и морального старения КСЭ, то есть их устаревания относительно современных знаний, норм, правил и технологии.

1.3. Основой эффективного управления старением является должный учет старения на каждом этапе жизненного цикла АЭС, т. е. при проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации (в том числе долгосрочной эксплуатации<sup>1</sup> и продолжительного останова) и снятии с эксплуатации.

1.4. Эффективное управление старением КСЭ является одним из ключевых элементов безопасной и надежной эксплуатации атомных электростанций. С целью оказания государствам – членам МАГАТЭ помощи в эффективном управлении старением Агентство разработало всеобъемлющий пакет публикаций. В Приложении I содержатся краткие описания и справочная

---

<sup>1</sup> См. пункт 2.17.

литература для этих изданий, а также для публикаций, содержащих руководящие материалы и выпущенных другими национальными и международными организациями.

1.5. Настоящее руководство по безопасности дополняет и излагает рекомендации по удовлетворению требований, содержащиеся в документах [1, 2]. В нем определены ключевые элементы эффективного управления старением атомных электростанций на основе публикаций, приведенных в Приложении I, и опыта государств – членов МАГАТЭ.

## ЦЕЛЬ

1.6. Целью настоящего руководства по безопасности является предоставление рекомендаций по управлению старением КСЭ, важных для безопасности атомных электростанций, в том числе рекомендаций по ключевым элементам эффективного управления старением.

1.7. Руководство по безопасности предназначено для использования операторами при разработке, осуществлении и совершенствовании программ систематического управления старением атомных электростанций. Руководство по безопасности может быть использовано регулирующими органами при подготовке регулирующих нормативных стандартов и руководств, а также при проверке эффективного управления старением, осуществляемого на атомных электростанциях.

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.8. В настоящем руководстве по безопасности рассматриваются разработка, осуществление и совершенствование программ управления старением КСЭ, важных для безопасности, на атомных электростанциях.

1.9. Основное внимание в руководстве по безопасности уделяется управлению физическим старением КСЭ, важных для безопасности. В нем также содержатся рекомендации по аспектам безопасности при управлении моральным старением и по применению управления старением при долгосрочной эксплуатации. Вопросы, связанные со старением персонала и управлением знаниями, выходят за рамки настоящего руководства по безопасности.

## СТРУКТУРА

1.10. В разделе 2 изложены основные понятия в области управления старением, которые обеспечивают общую основу для рекомендаций, представленных в разделах 3, 4, 5 и 6. Раздел 3 содержит рекомендации по проактивному управлению физическим старением КСЭ, важных для безопасности, в течение всего срока эксплуатации АЭС. В разделе 4 представлены рекомендации по систематическому подходу к управлению старением при эксплуатации атомных электростанций. Раздел 5 содержит рекомендации по управлению моральным старением. В разделе 6 представлены рекомендации по рассмотрению управления старением в поддержку долгосрочной эксплуатации. В разделе 7 основное внимание уделено технической стороне аттестации оборудования и периодическому рассмотрению безопасности, которые считаются особенно важными или тесно связанными с управлением старением. В приложениях приведена дополнительная информация.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

2.1. В данном разделе представлены основные понятия в области управления как физическим, так и моральным старением, включая их применение к долгосрочной эксплуатации, которые обеспечивают общую основу для рекомендаций, представленных в разделах 3, 4, 5 и 6.

2.2. Атомные электростанции претерпевают два вида зависимых от времени изменений:

- i) физическое старение КСЭ, которое приводит к деградации, т.е. к постепенному ухудшению их характеристик;
- ii) моральное старение КСЭ, то есть их устаревание в сравнении с современными знаниями, нормами и технологиями.

Оценка совокупного влияния физического и морального старения на безопасность атомных электростанций является непрерывным процессом, и она выполняется при проведении периодического рассмотрения безопасности или эквивалентной программы по систематической переоценке безопасности (см. раздел 7).

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ

2.3. Для поддержания безопасности АЭС весьма важно обнаруживать эффекты старения<sup>2</sup> КСЭ, анализировать связанное с ним снижение запасов безопасности и предпринимать корректирующие действия до того, как произойдет потеря целостности или функциональных возможностей.

2.4. Физическое старение КСЭ (далее в настоящем руководстве по безопасности именуемое старением) может увеличивать вероятность отказов по общей причине, то есть приводить к одновременной деградации физических барьеров и резервных компонентов, что может приводить к нарушению одного или нескольких уровней защиты, обеспечиваемой концепцией глубоко эшелонированной защиты. Поэтому при отборе КСЭ для управления старением избыточность или разнотипность КСЭ не принимаются во внимание [4].

2.5. Эффективное управление старением осуществляется на практике путем координации существующих программ, включая программы по техническому обслуживанию, эксплуатационному контролю и надзору, а также по эксплуатации, технической поддержке (в том числе по анализу любых механизмов старения) и внешних программ, таких как программы научных исследований и разработок. В [5] содержатся руководящие материалы относительно практической деятельности по техническому обслуживанию, надзору и контролю.

2.6. Эффективное управление старением в течение всего срока службы КСЭ требует применения системного подхода к управлению старением, который создает основу для координации всех программ и мероприятий, связанных с пониманием, контролем, мониторингом и смягчением эффектов старения элементов или конструкций АЭС. Этот подход проиллюстрирован на рис. 1, который является адаптацией цикла

---

<sup>2</sup> Эффекты старения – это чистые изменения характеристик КСЭ, которые происходят со временем в процессе использования и которые связаны с механизмами их старения. Эффекты старения могут быть положительными или отрицательными. Примеры положительных эффектов – это возрастание прочности бетона вследствие его отверждения и снижение вибрации вследствие износа вращающихся механизмов. Примерами негативных эффектов являются снижение диаметра вследствие износа вращающегося вала, трещинообразование, уменьшение толщины стенок или потеря прочности материала вследствие усталости или теплового старения и потеря электрической прочности или растрескивание изоляции кабеля.

Деминга «Планирование-Выполнение-Проверка-Корректировка» (Plan-Do-Check-Act) к управлению старением КСЭ [6].

2.7. Понимание процесса старения конструкции или элемента, как показано на рис. 1, является ключом к эффективному управлению их старением. Такое понимание формируется на основе знания:

- проектных основ (в том числе действующих кодексов и норм);
- функций безопасности;
- проектирования и изготовления (в том числе материалов, свойств материалов, конкретных условий эксплуатации, инспекций/обследований и испытаний в процессе производства);
- аттестации оборудования (если применимо);
- истории эксплуатации и технического обслуживания (в том числе истории ввода в эксплуатацию, ремонта, модификации и надзора);
- общего и специфичного для конкретной АЭС опыта эксплуатации;
- результатов соответствующих исследований;
- данных и тенденций данных, выявленных при проведении мониторинга состояния, инспекций и технического обслуживания.

2.8. Деятельность под заголовком ПЛАНИРОВАНИЕ на рис. 1 включает координацию, объединение и модификацию существующих программ и видов деятельности, которые относятся к управлению старением конструкции или элемента, и разработку, в случае необходимости, новых программ.

2.9. Деятельность под заголовком ВЫПОЛНЕНИЕ на рис. 1 включает сведение к минимуму ожидаемой деградации конструкции или элемента посредством «бережной» эксплуатации или использования<sup>3</sup> в соответствии с действующими регламентами и техническими спецификациями.

2.10. Деятельность под заголовком ПРОВЕРКА на рис. 1 включает своевременное выявление и категоризацию значительной деградации посредством инспекций и мониторинга конструкции или элемента, а также оценку наблюдаемой деградации для определения типа и сроков проведения необходимых корректирующих действий.

---

<sup>3</sup> Бережная эксплуатация или бережное использование снижает темпы деградации КСЭ, сохраняя при этом необходимый уровень производства энергии.

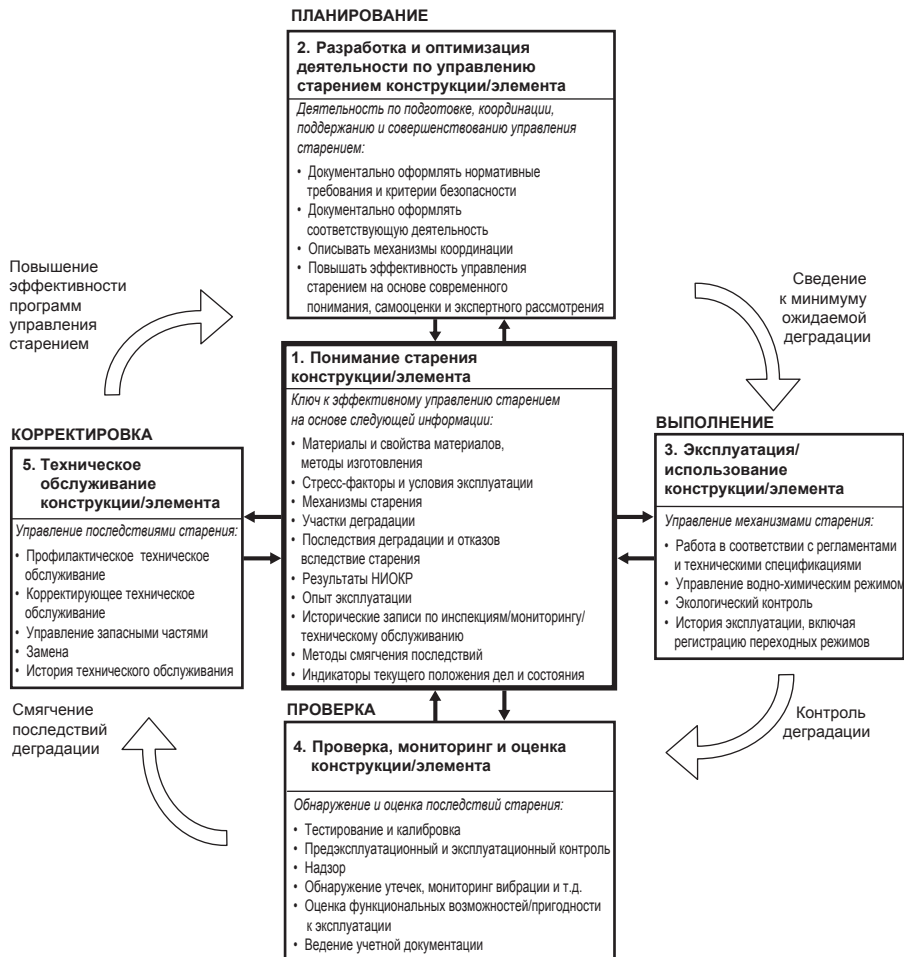


РИС. 1. Систематический подход к управлению старением конструкции или элемента

2.11. Деятельность под заголовком **КОРРЕКТИРОВКА** на рис. 1 включает своевременные меры по смягчению и коррекции деградации элемента путем надлежащего технического обслуживания и внесения конструктивных изменений, в том числе ремонта и замены конструкции или элемента.

2.12. Замкнутый цикл на рис. 1 показывает непрерывное улучшение программы управления старением конкретной конструкции или элемента на основе обмена соответствующим опытом эксплуатации и результатов научных исследований и разработок, а также результатов самооценки



и экспертного рассмотрения с целью решения возникающих вопросов старения.

2.13. Как показано на рис. 1, деградация вследствие старения изучается и управляется на уровне конструкции или элемента. Однако если этого требует анализ безопасности, программы управления старением отдельных конструкций и/или элементов могут быть интегрированы в программы управления старением на уровне систем.

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ МОРАЛЬНЫМ СТАРЕНИЕМ

2.14. Если не выявлять заранее моральное старение КСЭ и не принимать корректирующих мер до того, как произойдет связанное с ним снижение надежности или эксплуатационной готовности КСЭ, это может приводить к снижению безопасности АЭС.

2.15. Как показано в Таблице 1, существует несколько видов морального старения.

2.16. Управление моральным старением является частью общего подхода к повышению безопасности АЭС путем постоянного совершенствования как эксплуатационных характеристик КСЭ, так и управления безопасностью.

## ПРИМЕНЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ ПРИ ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.17. Долгосрочная эксплуатация означает эксплуатацию с превышением предельных установленных сроков, например, сроков действия лицензии, проекта, стандарта, лицензии и/или положений, которая обоснована путем оценки безопасности и учитывает процессы, ограничивающие срок службы, и особенности КСЭ. Если эксплуатирующая организация решает продлить срок эксплуатации, то обоснование такого решения подтверждается результатами периодических рассмотрений безопасности, в том числе рассмотрения вопросов управления старением, и контролируется регулирующим органом.

ТАБЛИЦА 1. ВИДЫ МОРАЛЬНОГО СТАРЕНИЯ

Устаревание КСЭ относительно современного уровня развития:	Проявление	Последствия	Управление
Знаний	Устаревание знаний в области действующих норм, правил и технологий, имеющих отношение к КСЭ	Упущенные возможности повышения безопасности станции. Снижение возможности долгосрочной эксплуатации	Постоянное обновление знаний и совершенствование их применения
Норм и правил	Отклонения от действующих норм и правил, как для оборудования, так и для программного обеспечения. Недостатки проектирования (например, аттестации оборудования, разделения, разнотипности или возможностей управления тяжелыми авариями)	Уровень безопасности АЭС ниже действующих норм и правил (например, слабые места в глубокоэшелонированной защите или повышение частоты повреждения активной зоны). Уменьшение возможности длительной эксплуатации	Систематическая переоценка АЭС на соответствие современным нормам (например, периодическое рассмотрение безопасности) и соответствующее обновление, переоборудование или модернизация
Технологии	Отсутствие запасных частей и / или технической поддержки; Отсутствие поставщиков и/или промышленного потенциала	Снижение производственных показателей АЭС и безопасности в связи с повышением частоты отказов и снижением надежности. Уменьшение возможности долгосрочной эксплуатации	Систематическое определение полезного ресурса и ожидаемого морального старения КСЭ. Обеспечение запасных частей для запланированного срока службы и своевременной замены деталей. Долгосрочные соглашения с поставщиками. Разработка эквивалентных конструкций или элементов

### **3. ПРОАКТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СТАРЕНИЕМ**

3.1. Управление старением КСЭ, важных для безопасности, в течение всего жизненного цикла АЭС, т. е. при проектировании, изготовлении, строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации (в том числе долгосрочной эксплуатации и длительного останова) и снятии с эксплуатации следует осуществлять на проактивной основе (с предвидением и прогнозированием).

3.2. Следует разрабатывать и обновлять регулирующие требования к управлению старением и разрабатывать руководящие материалы, обеспечивающие реализацию эксплуатирующей организацией АЭС эффективной программы управления старением.

3.3. На протяжении всего срока службы АЭС эксплуатирующей организации следует нести ответственность за демонстрацию четкого определения и описания в техническом обосновании безопасности соответствующих вопросов старения, которые являются специфическими для АЭС. При оценке эксплуатирующей организацией мер по управлению старением, предложенных поставщиками<sup>4</sup>, следует принимать во внимание вопросы старения, возникающие на других АЭС.

3.4. Регулирующему органу следует в течение всего срока службы АЭС осуществлять надзор за деятельностью поставщиков и эксплуатирующей организации по управлению старением.

#### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

3.5. Эксплуатирующей организации следует нести ответственность за демонстрацию регулирующему органу должного освещения при проектировании АЭС вопросов старения соответствующей АЭС в течение всего срока ее службы. Эксплуатирующей организации следует подготовить описание мер, посредством которых она намерена реализовать эффективную программу управления старением на всех этапах срока службы АЭС.

---

<sup>4</sup> В настоящем руководстве по безопасности термин «поставщик» подразумевает, в зависимости от ситуации, поставщиков основного оборудования, производителей и проектировщиков.

3.6. В документации на проектирование и закупку новых установок или КСЭ эксплуатирующей организации следует определять требования к содействию управлением старением, в том числе информацию, подлежащую включению в документы, полученные от поставщиков и других подрядчиков.

3.7. На этапе проектирования следует принимать соответствующие меры или реализовывать конструктивные решения в целях содействия эффективному управлению старением в течение всего срока службы АЭС. Такие меры следует также принимать в отношении проектирования модификаций или замен оборудования или элементов. В [1] изложены следующие связанные с проектированием требования к управлению старением КСЭ, важных для безопасности:

«При проектировании для всех конструкций, систем и элементов, важных для безопасности, должны обеспечиваться надлежащие запасы надежности с таким расчетом, чтобы учитывались соответствующие механизмы старения и износа, а также потенциальное ухудшение характеристик в результате старения, с целью обеспечения способности конструкции, системы или элемента выполнять требующуюся функцию безопасности в течение всего проектного срока службы. Должны также приниматься во внимание эффекты старения и износа во всех нормальных эксплуатационных условиях, при проведении испытаний и работ по техническому обслуживанию, в период отключений для текущего ремонта, а также в состояниях станции в условиях наступления ПИС и после него. Должны предусматриваться также меры для осуществления контроля, проверок, испытаний, отбора проб и инспекций с целью оценки механизмов старения, прогнозируемых на стадии проектирования, и определения непредвиденного поведения или ухудшения характеристик во время эксплуатации» ([1], пункт 5.47).

3.8. При проектировании:

- в программах по аттестации оборудования следует обеспечивать учет основ проектирования, в том числе переходных режимов и условий постулируемых исходных событий;
- следует выявлять, оценивать и принимать во внимание все потенциальные механизмы старения для пассивных и активных КСЭ. Потенциальные механизмы старения, которые могут повлиять на

функции безопасности КСЭ в процессе их расчетного срока службы, включают тепловое и радиационное охрупчивание, усталость, коррозию, трещинообразование под действием эксплуатационной среды, ползучесть и износ;

- следует анализировать и учитывать соответствующий опыт (в том числе опыт строительства, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации атомных электростанций) и результаты исследований;
- следует рассмотреть возможность использования самых современных материалов, обладающих повышенными характеристиками устойчивости к старению;
- следует рассмотреть необходимость разработки программ испытания материалов для мониторинга деградации вследствие старения;
- следует рассмотреть необходимость внедрения эксплуатационного мониторинга, особенно там, где технология подобного рода может обеспечить заблаговременное предупреждение о деградации, ведущей к отказу КСЭ, и где последствия отказа могут быть значимыми с точки зрения безопасности;
- следует уделять внимание компоновке АЭС и конструкции КСЭ, облегчающим инспекции, техническое обслуживание и обеспечивающим легкость доступа для целей инспекций, испытаний, контроля, обслуживания, ремонта и замены, а также сводящим к минимуму профессиональное облучение при осуществлении этих видов деятельности.

3.9. Управление старением следует включать в качестве отдельной темы в общие критерии проектирования и ему следует уделять внимание в техническом обосновании безопасности. Управление старением должно включать в себя следующие темы [7]:

- стратегия управления старением и предпосылки для ее осуществления;
- все КСЭ, значимые с точки зрения безопасности АЭС, которые могут подвергнуться воздействию старения;
- предложения относительно соответствующих программ мониторинга материалов и отбору проб в тех случаях, когда установлено, что может иметь место старение или другие формы деградации, которые могут повлиять на способность элементов, оборудования и систем выполнять свои функции безопасности в течение срока службы АЭС;
- надлежащий учет анализа информации относительно опыта эксплуатации, связанного с вопросами старения;

- управление старением различных типов КСЭ, важных для безопасности (бетонные конструкции, механические компоненты и оборудование, электрическое и контрольно-измерительное оборудование и кабели и т.д.), и меры по мониторингу их деградации;
- проектная информация, учитываемая при аттестации оборудования (см. раздел 7) в отношении КСЭ, важных для безопасности, включая необходимое оборудование и функции оборудования, требующие аттестации для условий нормальной эксплуатации и связанные с постулируемыми исходными событиями;
- общие принципы поддержания эксплуатационной среды КСЭ в соответствии с заданными условиями эксплуатации (расположение вентиляции, изоляция горячих КСЭ, радиационная защита, гашение вибраций, исключение условий погружения, выбор кабельных трасс, необходимость в центрах стабилизированного напряжения и т.д.).

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО

3.10. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать надлежащий учет поставщиками факторов, влияющих на управление старением, и предоставление эксплуатирующей организации достаточной информации и данных.

3.11. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать:

- предоставление производителям КСЭ соответствующей информации о факторах, влияющих на управление старением, и правильный их учет при производстве и строительстве КСЭ;
- учет при изготовлении и строительстве КСЭ современных знаний о соответствующих механизмах и эффектах старения, и о деградации и возможных мерах по смягчению последствий;
- сбор и документальное оформление справочных (базовых) данных;
- предоставление и установку в соответствии с проектными спецификациями образцов-свидетелей для конкретных программ мониторинга старения.

## ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

3.12. Эксплуатирующей организации следует разработать систематическую программу измерения и регистрации первичных данных, имеющих

отношение к управлению старением КСЭ, важных для безопасности. Это включает отображение фактических эксплуатационных условий в каждой критической точке АЭС с целью обеспечения их соответствия проекту.

3.13. Особое внимание следует уделять выявлению горячих точек в терминах температуры и мощности дозы, а также измерению уровней вибрации. Все параметры, которые могут влиять на деградацию вследствие старения, следует определять как можно раньше, контролировать, если возможно, при вводе в эксплуатацию и отслеживать в течение срока службы станции.

3.14. Регулирующему органу следует в рамках своей программы рассмотрения и инспекций обеспечивать сбор эксплуатирующей организацией необходимых первичных данных и подтверждать соответствие критических условий эксплуатации (которые применяются при аттестации оборудования) проектному анализу.

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ

3.15. Во время эксплуатации АЭС следует применять систематический подход к управлению старением (см. пункт 2.6). Применение систематического подхода к управлению старением поможет эксплуатирующей организации в создании соответствующей программы по управлению старением каждой конкретной конструкции или элемента.

3.16. Следует принимать во внимание следующие факторы и уроки, извлеченные из успешных программ управления старением:

- поддержка и финансирование программы систематического управления старением со стороны руководства эксплуатирующей организации;
- раннее осуществление программы систематического управления старением;
- проактивный подход, основанный на правильном понимании и прогнозируемости старения конструкции или элемента, а не реактивный подход, основанный на реагировании на отказы КСЭ;
- бережное использование КСЭ с целью замедления темпов деградации вследствие старения;
- надлежащая квалификация и подготовка персонала;

- осознание и понимание всем эксплуатационным, ремонтным и инженерно-техническим персоналом основных понятий управления старением;
- мотивация персонала, обучение и привитие чувства вовлеченности;
- наличие и использование правильных процедур, инструментов и материалов, а также персонала, квалификация и численность которого достаточны для данного вида работ;
- правильное хранение запасных частей и расходных материалов, подверженных старению, с целью сведения к минимуму деградации во время хранения и обеспечение должного контроля сроков их годности;
- использование междисциплинарных групп для решения сложных вопросов управления старением;
- эффективные внутренние связи (как «по вертикали», так и «по горизонтали») и внешние связи;
- учет опыта эксплуатации (как общего опыта, так и опыта эксплуатации, специфического для конкретной АЭС, а также опыта эксплуатации неядерных промышленных предприятий) с целью извлечения уроков из соответствующих ситуаций, связанных со старением;
- использование баз данных по надежности КСЭ и исторических данных по техническому обслуживанию;
- использование надлежащих и соответствующих требованиям методов неразрушающего контроля и мониторинга старения для раннего обнаружения дефектов, возможно образовавшихся в результате интенсивного использования оборудования.

3.17. Эксплуатирующей организации следует рассмотреть следующие потенциально значимые общие слабые стороны управления старением:

- недостаточное понимание и прогнозируемость процессов старения на стадиях проектирования и строительства АЭС, что на многих атомных электростанциях было основной причиной значительного ухудшения характеристик конструкций или элементов вследствие старения;
- преждевременное старение конструкций или элементов атомных электростанций (т.е. деградация вследствие старения, которая наступает раньше, чем ожидалось), вызванное условиями, предшествующими эксплуатации и возникающими в процессе самой эксплуатации, которые оказываются более тяжелыми или отличаются от тех, которые были заложены в проект, или которые являются следствием ошибок или упущений при проектировании, изготовлении, монтаже, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и техническом



обслуживании, отсутствия координации между этими функциями или неподвижных явлений старения;

- неправильное использование реактивного управления старением (т.е. ремонта и замены деградировавших элементов) в качестве основного средства управления старением конструкций и элементов;
- недостаточная осведомленность о соответствующем отраслевом опыте эксплуатации и результатах исследований;
- неожиданная нагрузка на конструкции или элементы атомных электростанций вследствие внешних событий (например, землетрясений).

3.18. В случае наращивания мощности реактора, внесения важных изменений или замены оборудования эксплуатирующей организации следует определять и обосновывать возможные связанные с этим изменения в параметрах технологического процесса (например, характеристики расхода, скорости и вибрации), которые могут привести к ускоренному или преждевременному старению и разрушению некоторых элементов<sup>5</sup>.

3.19. При обнаружении нового механизма старения (например, в результате обмена опытом эксплуатации или исследования), эксплуатирующей организации следует провести соответствующее рассмотрение управления старением.

3.20. Для основных КСЭ, которые необходимы для безопасной эксплуатации АЭС, эксплуатирующей организации следует рассмотреть вопрос о подготовке планов чрезвычайных мер или планов технического обслуживания в исключительных условиях для ситуаций, связанных с потенциальной деградацией или с отказами, вызванными потенциальными механизмами и эффектами старения.

3.21. Следует постоянно отслеживать и контролировать наличие запасных или заменяемых частей, а также сроки хранения запасных частей и расходных материалов.

3.22. Если запасные части и расходные материалы могут быть подвержены деградации вследствие старения из-за условий хранения (например, высоких или низких температур, влажности, коррозии под воздействием

---

<sup>5</sup> Примеры значительных последствий старения вследствие повышения мощности включают охрупчивание корпуса реактора под действием излучения, коррозию, усиленную потоком, и вибрацию трубопроводов систем первого контура.

химической среды<sup>6</sup>, скопления пыли), должны быть приняты меры для их хранения в надлежащей контролируемой среде.

## СНЯТИЕ С ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.23. С целью содействия деятельности по снятию с эксплуатации следует принимать в отношении необходимого оборудования и КСЭ (например, систем защитной оболочки, оборудования контура охлаждения, грузоподъемного оборудования и оборудования мониторинга состояния) соответствующие меры по поддержанию их готовности и функциональности.

## 4. УПРАВЛЕНИЕ СТАРЕНИЕМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

4.1. В настоящем разделе представлены руководящие материалы и рекомендации по систематическому подходу к управлению старением при эксплуатации атомных электростанций. Этот подход состоит из следующих элементов:

- организационные мероприятия;
- сбор данных и ведение отчетности;
- отбор КСЭ для целей управления старением;
- рассмотрение управления старением;
- оценка состояния;
- разработка программ по управлению старением;
- реализация программ по управлению старением;
- совершенствование программ по управлению старением.

Далее приводится описание каждого из приведенных выше элементов. Альтернативные подходы, изложенные в настоящем руководстве по безопасности, также будут приемлемы, если удастся продемонстрировать их эффективность при управлении деградацией, обусловленной старением.

---

<sup>6</sup> Химическая коррозия – это ухудшение состояния конструкций и элементов в результате контакта с газами или растворами химических веществ.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

4.2. Всеобъемлющий характер управления старением требует участия и поддержки со стороны эксплуатирующей организации и внешних организаций (например, организаций технической поддержки, групп владельцев и исследовательских, проектных и производственных организаций). Перед началом реализации программы управления старением старшему руководству эксплуатирующей организации следует определить политику и цели программы управления старением и выделить необходимые ресурсы (человеческие, финансовые ресурсы, инструменты и оборудование, а также внешние ресурсы).

4.3. Иллюстрация организационной схемы взаимодействия участвующих организаций, их ролей и областей сопряжения приведена на рис. 2.

4.4. Старшему руководству следует назначить координатора программы управления старением, обязанности которого указаны на рис. 2. Координатором может быть представитель одного из направлений деятельности эксплуатирующей организации, например, подразделения по эксплуатации, техническому обслуживанию, инженерно-технической поддержке или управлению качеством; целевая группа в составе представителей различных подразделений эксплуатирующей организации и внешних экспертов, в случае необходимости; или специальное подразделение, занимающееся программой управления старением.

4.5. Обязанности координатора должны включать:

- координацию соответствующих программ;
- систематический мониторинг соответствующего опыта эксплуатации и результатов исследований и разработок, а также оценку их применимости к рассматриваемой атомной электростанции;
- руководство деятельностью междисциплинарных групп по управлению старением (постоянно действующих или созданных специально групп по управлению старением) для решения сложных проблем старения;
- оценка и оптимизация программ управления старением;
- работа с внешними организациями технической поддержки;
- оценка дальнейших потребностей в обучении;
- проведение периодической самооценки;



РИС. 2 Иллюстрация организационной схемы управления старением

\* Включают представителей подразделений атомной электростанции и внешних поддерживающих организаций

— улучшение деятельности, связанной с программой управления старением.

4.6. Решение сложных проблем старения может потребовать междисциплинарного подхода. В состав групп по управлению старением (см. рис. 2) следует, в зависимости от характера оценки, включать экспертов по эксплуатации, техническому обслуживанию, инженерно-технической поддержке, аттестации оборудования, проектированию,

исследованиям и разработке. Помимо групп по управлению старением, можно обратиться к внешним организациям с запросом о предоставлении экспертных услуг по конкретным темам, например, по оценке состояния, научным исследованиям и разработке норм.

4.7. На различные подразделения эксплуатирующей организации атомной электростанции (например, по эксплуатации, техническому обслуживанию и инженерно-технической поддержке) следует возложить ответственность за осуществление конкретных программ управления старением, ориентированных на конструкции или элементы, и ведение отчетности об эксплуатационных характеристиках конструкций и элементов. Такие индивидуальные программы управления старением, ориентированные на конкретные конструкции и элементы, являются частью общей программы управления старением на АЭС и интегрированы с ней и между собой.

4.8. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать обучение сотрудников, занимающихся эксплуатацией, техническим обслуживанием и инженерно-технической поддержкой, по вопросам старения КСЭ, что позволит им вносить осознанный и позитивный вклад в управление старением.

4.9. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать сбор и оценку соответствующего опыта на АЭС и в отрасли и использовать его для улучшения управления программой старения.

## СБОР ДАННЫХ И ВЕДЕНИЕ ДОКУМЕНТАЦИИ

4.10. Эксплуатирующей организации следует создать систему сбора данных и ведения документации, определяемую программой управления старением и поддерживающую ее [8].

4.11. Такую систему сбора данных и ведения документации следует создать на ранней стадии эксплуатации АЭС (в идеале, сбор данных следует начинать на этапе строительства и продолжать в последующие годы) с целью предоставления информации для следующих видов деятельности:

- выявление и оценка деградации, отказов и неисправностей элементов, связанных с эффектами старения;

- принятие решений относительно видов и сроков действий по техническому обслуживанию, включая калибровку, ремонт, модернизацию и замену;
- оптимизация условий и практической деятельности, замедляющих деградацию вследствие старения;
- выявление новых возникающих эффектов старения, прежде чем они поставят под угрозу безопасность, надежность производства и срок службы станции.

4.12. С целью содействия получению требуемого качества и количества связанных со старением данных от служб по эксплуатации, техническому обслуживанию и инженерно-технической поддержке представителям подразделений по эксплуатации, техническому обслуживанию и инженерно-технической поддержке следует участвовать в разработке системы ведения документации.

4.13. Примеры данных, которые следует включать в систему сбора данных и ведения документации, приведены в Приложении II.

## ОТБОР СИСТЕМ, КОНСТРУКЦИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ

4.14. На АЭС имеется множество самых различных КСЭ. Степень, в которой эти КСЭ подвержены деградации вследствие старения, также существенно различается. Нет ни практического смысла, ни необходимости выполнять оценку и количественное определение степени деградации вследствие старения для каждой отдельной КСЭ. Поэтому следует применять системный подход с целью концентрации ресурсов на тех КСЭ, которые могут оказывать негативное воздействие на безопасность эксплуатации АЭС и которые подвержены деградации вследствие старения [4, 6]. К ним следует отнести КСЭ, которые не выполняют функции безопасности, но отказ которых может помешать исполнению другими КСЭ предназначенных им функций безопасности.

4.15. При отборе КСЭ для рассмотрения управления старением следует применять подход на основе безопасности, подобный изложенному ниже:

- из списка всех систем и конструкций<sup>7</sup> следует отбирать те, которые имеют важное значение для безопасности, исходя из того, сможет ли сбой в работе или отказ элемента (прямо или косвенно) привести к утрате или ослаблению функции безопасности;
- для каждой из систем и конструкций, важных для безопасности, следует определить конструктивные элементы<sup>8</sup> и элементы, которые имеют важное значение для безопасности, т.е. те, отказ которых может (прямо или косвенно) привести к утрате или нарушению функции безопасности;
- из списка конструкционных элементов и элементов, важных для безопасности, следует отобрать те, для которых деградация вследствие старения способна привести к отказу элемента;
- для обеспечения ресурсной эффективности рассмотрения управления старением список выявленных конструктивных элементов и элементов, важных для безопасности, которые подвержены деградации вследствие старения, следует разбить на общие группы.

Схема этого процесса отбора показана на рис. 3. Следует документально оформлять и обосновывать конкретную используемую методику отбора.

4.16. При определении приоритетов при управлении старением отдельных элементов на основе их значимости для безопасности следует предусматривать использование методов, использующих информацию о рисках (вероятностный анализ безопасности и детерминированные подходы). Например, следует наделять высоким приоритетом оценку конструкций и элементов, отказ которых может иметь большое влияние на частоту повреждения активной зоны. При вероятностных оценках безопасности следует рассмотреть вопрос о возможности отказов по общей причине в том случае, если резервные конструкции или элементы подвержены схожим процессам деградации вследствие старения.

---

<sup>7</sup> Конструкции включают как простые, так и сложные конструкции, состоящие из конструкционных элементов.

<sup>8</sup> Конструкционные элементы включают как простые конструкции, так и элементы сложных конструкций. Термин «конструкционный элемент» используется только для данного процесса отбора в целях лучшего понимания, а в последующих пунктах конструкционные элементы снова называются «конструкциями».

## РАССМОТРЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ

4.17. Для каждой конструкции, элемента или группы конструкций и элементов, выбранных в процессе отбора, следует провести рассмотрение управления старением с целью получения информации и знаний относительно следующих трех основных элементов:

- i) понимание старения;
- ii) мониторинг старения;
- iii) смягчение последствий старения.

4.18. С целью сведения к минимуму дублирования усилий следует использовать соответствующие доклады о рассмотрении вопросов управления старением (например, подготовленные группой владельцев, поставщиками или организациями, обеспечивающими поддержку), если таковые имеются. Следует использовать справочную литературу и предоставлять разъяснения относительно ее использования.

4.19. Рекомендуемая методология, предусматривающая рассмотрение и оценку соответствующей информации и документирование результатов, проиллюстрирована блок-схемой на рис. 4 и описана далее в пунктах 4.20-4.27 и в [4]. Для некоторых конструкций или элементов рассмотрение управления старением может не быть необходимым, если механизмы старения и влияющие на них эффекты хорошо поняты и если действует эффективная программа управления старением (то есть, она имеет признаки эффективной программы управления старением, представленные в таблице 2).

### **Понимание старения**

4.20. Понимание старения является основой для эффективного мониторинга и смягчения эффектов старения. Для понимания процесса деградации конструкции или элемента вследствие старения следует определить и понять соответствующие механизмы и эффекты старения; существенно улучшить это понимание может обследование и испытание конструкций или элементов (в том числе методом разрушающих испытаний) по окончании срока службы. В приложении III приведены примеры механизмов старения, приводящих к значительной деградации и материалов и элементов, подвергающихся старению.



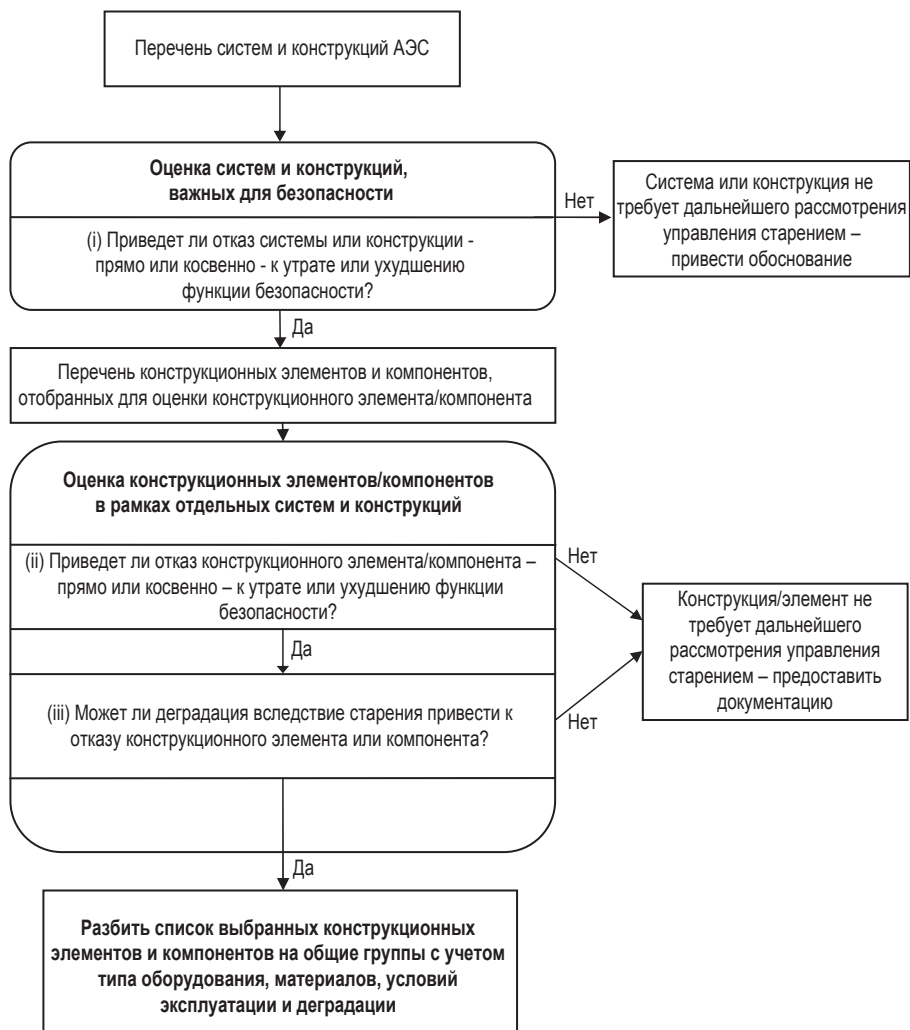
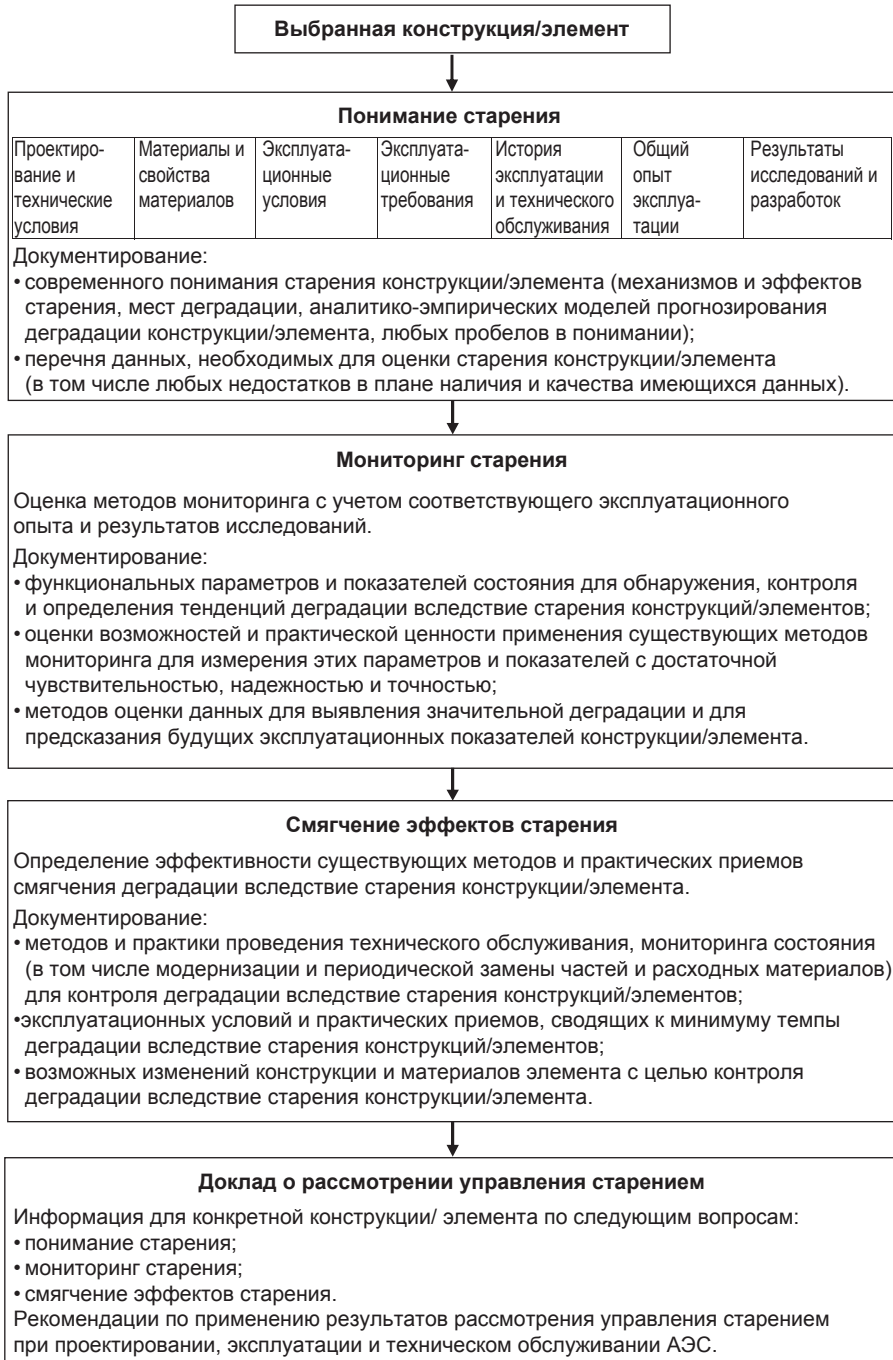


РИС. 3 Общая схема процесса отбора КСЭ для управления старением. Определение конструктивных элементов – см. сноски 7 и 8.

4.21. Рассмотрение с целью понимания процесса старения конструкций и элементов должно охватывать материалы, стресс-факторы<sup>9</sup> и

<sup>9</sup> Стресс-фактор – это воздействующий фактор или стимулирующее воздействие, проистекающее из предэксплуатационных и эксплуатационных условий, которые могут приводить к немедленной или постепенной деградации КСЭ вследствие старения. Примерами могут служить тепловые, паровые, химические и электрические циклы.



*РИС.4 Иллюстрация рассмотрения управления старением*

эксплуатационную среду, механизмы старения, вызывающие опасения, участки деградации и имеющиеся аналитические модели (например, основанные на теории) или эмпирические модели (например, основанные на наблюдениях или опыте) для прогнозирования будущей деградации. Результаты этого рассмотрения, касающиеся понимания старения, следует документально оформлять.

### **Мониторинг старения**

4.22. Следует провести оценку существующих методов мониторинга с учетом соответствующего опыта эксплуатации и результатов исследований, с тем чтобы определить их эффективность с точки зрения своевременного обнаружения деградации вследствие старения до того, как произойдет разрушение конструкции или элемента. Для обнаружения предвестников деградации вследствие старения следует в надлежащих случаях применять выборочные проверки оборудования.

4.23. При оценке существующих методов мониторинга для выявления эффективных и практических методов и технологий мониторинга следует учитывать:

- функциональные параметры и показатели состояния с целью обнаружения, контроля и определения тенденций деградации вследствие старения конструкции/элемента;
- оценку возможностей и практической целесообразности применения существующих методов мониторинга для измерения этих параметров и показателей с достаточной чувствительностью, надежностью и точностью;
- методы оценки данных для выявления случаев значительной деградации, частоты отказов и их тенденций и для предсказания будущей целостности и функциональной пригодности конструкции или элемента.

Следует документально оформлять результаты рассмотрения, касающиеся понимания старения.

### **Смягчение эффектов старения**

4.24. Эффективность существующих методов смягчения деградации конструкции или элемента вследствие старения следует определять с учетом соответствующего опыта эксплуатации и результатов исследований.

4.25. Информация, полученная в отношении этого аспекта рассмотрения с целью выявления эффективных и практических методов и технологий смягчения последствий, должна включать:

- методы и практику проведения технического обслуживания (в том числе модернизации и периодической замены частей и расходных материалов) для контроля деградации вследствие старения конструкции или элемента;
- эксплуатационные условия и практическую деятельность, обеспечивающие сведение к минимуму темпов деградации вследствие старения конструкции или элемента;
- возможные изменения в конструкции и материалах элемента с целью контроля деградации вследствие старения конструкции или элемента.

Следует документально оформлять результаты рассмотрения, касающиеся смягчения эффектов старения.

#### **Доклад о рассмотрении управления старением**

4.26. Результаты рассмотрения управления старением следует отражать в соответствующем докладе. В нем следует рассмотреть вопросы понимания старения, мониторинга старения и смягчения эффектов старения. Кроме того, следует сформулировать рекомендации по применению результатов рассмотрения управления старением при эксплуатации, техническом обслуживании и проектировании АЭС.

4.27. Следует документировать и обосновывать методологию, используемую при проведении рассмотрения управления старением.

#### **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ**

4.28. С целью разработки планов эффективного управления старением на основе исходной информации, полученной в результате рассмотрения управления старением, следует определить фактическое состояние конструкции, элемента или группы конструкций и элементов, выбранных в процессе отбора.

4.29. Оценку состояния конструкции или элемента следует проводить на основе:

- соответствующего доклада о рассмотрении управления старением,
- данных по эксплуатации, техническому обслуживанию и инженерно-технической поддержке, в том числе критериев приемлемости конструкции или элемента;
- результатов инспекций и оценок состояния, включая результаты обновленных инспекций и оценок, если таковые имеются и необходимы.

4.30. Результаты оценки состояния следует документально отражать в соответствующем докладе, причем они должны содержать информацию по следующим вопросам:

- текущие характеристики и состояние конструкции или элемента, включая оценку любых отказов, связанных со старением, или признаков значительного ухудшения свойств материала;
- оценка будущих показателей, деградации вследствие старения и, если возможно, срока службы конструкции или элемента.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ

4.31. Следует разработать и документировать конкретную программу управления старением каждой конструкции, элемента или группы конструкций и элементов, выбранных в процессе отбора. В программе управления старением следует указывать: (а) эффективные и надлежащие меры и практическую деятельность в области управления старением, обеспечивающие своевременное выявление и смягчение эффектов старения в конструкции или элементе и (б) показатели эффективности этой программы. Таким образом, следует подтверждать эффективность существующей практики в свете действующих оценок старения и оценок состояния, и/или следует рекомендовать, в случае необходимости, улучшение существующей практической деятельности.

4.32. Эксплуатирующей организации следует разрабатывать и использовать показатели для оценки эффективности программы управления старением. Примерами таких показателей могут служить:

- состояние материалов с учетом критериев приемлемости;
- тенденции данных об отказах и деградации;

- сравнение объемов работ по профилактическому и внеплановому техническому обслуживанию (например, в терминах человеко-лет или затрат);
- число повторных отказов и случаев деградации;
- степень соблюдения программ инспектирования. Все существующие программы для АЭС, которые предусмотрены для использования в процессе управления старением, следует также анализировать относительно атрибутов, перечисленных в таблице 2. Программы, не имеющие этих атрибутов, следует необходимым образом изменять.

4.33. Для разработки каждой программы управления старением можно воспользоваться инженерной оценкой. При инженерной оценке следует учитывать применимые проектные основы и регулирующие требования, информацию о материалах, условиях эксплуатации, стресс-факторах, участках деградации и механизмах и эффектах старения конструкции или элемента, а также соответствующие показатели и количественные или качественные модели соответствующих явлений старения. Каждая программа управления старением должна иметь общие атрибуты, представленные в таблице 2.

4.34. Для каждой программы управления старением может быть создана сводная ведомость. Эта сводная ведомость должна содержать основные положения программы управления старением, в которых излагаются сведения, полезные для понимания процессов старения и управления ими, в том числе сведения о материалах, участках, подверженных деградации, стресс-факторах и эксплуатационной среде старения, механизмах и эффектах старения, требованиях и методах проведения инспекций и мониторинга, методах смягчения последствий, регулирующих требованиях и критериях приемлемости.

ТАБЛИЦА 2. ОБЩИЕ АТТРИБУТЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ

Атрибут	Наименование
1. Область применения программы управления старением, основанная на понимании процессов старения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Конструкции (в том числе конструкционные элементы) и элементы, в отношении которых применяется управление старением</li> <li>• Понимание явлений старения (механизмы значительного старения, чувствительные участки):               <ul style="list-style-type: none"> <li>- материалы конструкции/элемента, условия эксплуатации, стресс-факторы, участки деградации, механизмы и эффекты старения</li> <li>- показатели состояния и критерии приемлемости конструкции/элемента</li> <li>- количественные и качественные прогнозные модели соответствующих явлений старения</li> </ul> </li> </ul>
2. Профилактические меры, направленные на сведение к минимуму и контроль деградации вследствие старения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определение профилактических мероприятий</li> <li>• Определение параметров мониторинга или инспекций</li> <li>• Поддерживаемые условия эксплуатации (например, условия окружающей среды и условия эксплуатации) и практическая эксплуатационная деятельность, направленная на замедление возможного ухудшения характеристик конструкции или элемента</li> </ul>
3. Выявление эффектов старения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Эффективные технологии (проверка, испытания и методы мониторинга) для выявления эффектов старения до отказа конструкции или элемента</li> </ul>
4. Мониторинг и тенденции эффектов старения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролируемые показатели и параметры состояния</li> <li>• Данные, собираемые с целью облегчения оценки старения конструкции или элемента</li> <li>• Методы оценки (включая анализ и тенденции данных)</li> </ul>
5. Смягчение эффектов старения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Действия по эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и замене для смягчения обнаруженных эффектов старения и/или деградации конструкции или элемента</li> </ul>
6. Критерии приемлемости	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Критерии приемлемости, с учетом которых оценивается необходимость принятия корректирующих мер</li> </ul>
7. Корректирующие меры	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Корректирующие меры в случае, если элемент не соответствует критериям приемлемости</li> </ul>

Атрибут	Наименование
8. Обмен опытом эксплуатации и результатами научных исследований и разработок	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Механизм, обеспечивающий своевременный обмен опытом эксплуатации и результатами исследований и разработок (если применимо), а также предоставляющий объективные данные по их учету в программе управления старением</li> </ul>
9. Управление качеством	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Средства административного контроля, посредством которых документально оформляется реализация программы управления старением и принятые меры</li> <li>• Показатели для облегчения оценки и совершенствования программы управления старением</li> <li>• Процесс подтверждения (проверки) адекватности и правильности профилактических мер и полноты и эффективности всех корректирующих мер</li> <li>• Подлежащая выполнению практическая деятельность по ведению документации</li> </ul>

## ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПРОГРАММ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ

4.35. Эксплуатирующей организации следует нести ответственность за осуществление программ управления старением.

4.36. Осуществление основных мероприятий, связанных с управлением старением, должно происходить с одобрения старшего руководства эксплуатирующей организации, которому также следует разрешать потенциальные проблемы.

4.37. При осуществлении программ управления старением следует предусматривать периодическую отчетность об эксплуатационных данных конструкций и элементов, а также о показателях с целью оценки эффективности программы управления старением.

4.38. В рамках осуществления программ управления старением следует проводить сбор и регистрацию соответствующих данных с целью создания основы для принятия решений в отношении типа и времени действий по управлению старением.

4.39. В течение всего срока службы оборудования следует проводить переоценку расчетного срока его службы с учетом расширения знаний о



механизмах старения. Если расчетный срок службы должен быть увеличен, эксплуатирующая организация должна предоставить достаточные подтверждения безопасности.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ

4.40. Руководству эксплуатирующей организации следует обеспечивать рассмотрение результатов исполнения и совершенствование программ управления старением, проиллюстрированные замкнутым циклом систематического подхода к управлению старением (см. рис. 1 и пункт 2.12).

4.41. Следует периодически оценивать эффективность программ управления старением в свете современных знаний, а также обновлять их и вносить в них коррективы по мере необходимости. Современные актуальные знания включают информацию об эксплуатации конструкции или элемента, исторические записи по надзору и техническому обслуживанию, информацию о результатах исследований и разработок и общие сведения об опыте эксплуатации.

4.42. Следует периодически проводить рассмотрения, инспекции и оценки с целью определения эффективности программы управления старением. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать оценку и совершенствование как своей политики в области управления старением, так и своих программ управления старением.

4.43. Результаты рассмотрений, инспекций, оценок и улучшений, описанных в пункте 4.42, следует представлять регулирующему органу для анализа и оценки.

4.44. Для получения независимой оценки с целью определения соответствия программ управления старением общепринятой практике и для определения областей, в которых возможны улучшения, следует рассмотреть вопрос об организации экспертных рассмотрений программ управления старением.

4.45. В ответ на любые новые проблемы старения и в целях обеспечения непрерывного улучшения понимания и предсказуемости механизмов старения и причин старения и связанных с ними методов и практики мониторинга и смягчения последствий следует организовать программы научных исследований и разработок, подкрепленные соответствующим

финансированием. Следует принять стратегический подход, способствующий развитию соответствующих долгосрочных программ научных исследований и разработок.

## **5. УПРАВЛЕНИЕ МОРАЛЬНЫМ СТАРЕНИЕМ**

5.1. Управление моральным старением КСЭ, важных для безопасности, следует осуществлять проактивно (т.е. с учетом предвидения и прогнозирования) в течение всего срока их службы.

5.2. Деятельность по управлению моральным старением в эксплуатирующей организации должна находиться под надзором регулирующего органа в течение всего срока службы АЭС.

5.3. Эксплуатирующей организации следует разработать программу управления моральным старением. Это включает формирование политики, целей и организационных мероприятий, выделение необходимых ресурсов (кадровых и финансовых) и осуществление мониторинга программы для обеспечения ее соответствия поставленным целям.

5.4. Для осуществления программы управления моральным старением рекомендованы следующие организационные мероприятия:

- в рамках эксплуатирующей организации атомной электростанции следует четко определить ответственность за осуществление программы,
- возглавлять программу должен назначенный специалист, имеющий значительный опыт в области инженерно-технической поддержки, эксплуатации и технического обслуживания;
- деятельность в рамках программы следует осуществлять силами многофункциональной организации с частичным участием лиц из соответствующих подразделений АЭС, в том числе служб инженерно-технической поддержки, технического обслуживания и материально-технического снабжения.

5.5. Основное внимание в программе управления моральным старением следует уделять управлению технологическим устареванием. Кроме того, программа должна обеспечивать руководство управлением устареванием

норм и правил и его мониторинг (например, путем периодического рассмотрения безопасности).

5.6. Следует разработать процедуры управления программой морального старения с целью:

- систематической оценки старения;
- решения любых выявленных проблем морального старения;
- постоянного совершенствования программы.

5.7. Следует разработать процедуры управления программой технологического устаревания с целью обеспечения наличия:

- полной и точной документации в поддержку технического обслуживания и замены КСЭ;
- необходимой технической поддержки;
- достаточного количества запасных частей.

## **6. РАССМОТРЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СТАРЕНИЕМ ПРИ ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

6.1. С целью содействия долгосрочной эксплуатации АЭС эксплуатирующей организации следует продемонстрировать под надзором регулирующего органа, что безопасность атомной электростанции приемлема с учетом действующих норм безопасности<sup>10</sup>. В настоящем разделе представлены рекомендации относительно углубленного рассмотрения управления старением в связи с долгосрочной эксплуатацией атомной электростанции.

6.2. Углубленное рассмотрение управления старением должно обеспечивать проведение рассмотрения программ и практической деятельности на АЭС, которые будут использоваться для поддержки управления эффектами старения при долгосрочной эксплуатации и их соответствие общим атрибутам эффективной программы управления старением, таким как приведенные в таблице 2.

---

<sup>10</sup> Это не обязательно означает, что должны соблюдаться все действующие нормы безопасности, при условии, что обеспечение безопасности может быть продемонстрировано иными способами.

6.3. Процесс рассмотрения должен включать в себя следующие основные этапы:

- надлежащий метод отбора для обеспечения оценки долгосрочной эксплуатации конструкций и элементов, важных для безопасности;
- демонстрация дальнейшего выявления эффектов старения и управления ими для каждой конструкции или элемента в течение планового периода долгосрочной эксплуатации;
- перепроверка анализа безопасности, проведенного на основе допущений, ограниченных по времени<sup>11</sup>, с целью демонстрации их обоснованности или того, что будет осуществляться эффективное управление эффектами старения, т.е. демонстрации нахождения предполагаемой функции конструкции или элемента в пределах проектных запасов безопасности на протяжении всего планового периода длительной эксплуатации.

6.4. Следует определить и осуществить требования к изменению существующих программ АЭС и разработке новых программ.

6.5. Результаты рассмотрения управления старением конструкций и элементов для долгосрочной эксплуатации следует документально оформлять.

6.6. В [11] приводится более подробная информация об осуществлении процесса, описанного в пункте 6.3.

---

<sup>11</sup> Перепроверка анализа безопасности на основе допущений, ограниченных по времени, представляет собой оценку выявленного эффекта старения (зависимой от времени деградации при нормальных условиях эксплуатации) и некоторых видов анализа безопасности конкретной АЭС, проведенного на основе явно заданной продолжительности срока службы АЭС. Анализ безопасности на основе допущений, ограниченных по времени, предполагает выполнение расчетов усталости, анализа гидравлического удара в горячем состоянии и аттестацию оборудования электротехнических, измерительных и контрольных кабелей.

## 7. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ДРУГИМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЛАСТЯМИ

7.1. В настоящем разделе рассматриваются две технические области, которые считаются особенно важными или тесно связанными с управлением старением: аттестация оборудования и периодическое рассмотрение безопасности. Программы и виды деятельности на АЭС, являющиеся неотъемлемой частью программы управления старением (например, техническое обслуживание, инспекции, мониторинг, наблюдение, водно-химический режим и учет опыта эксплуатации), были рассмотрены в предыдущих разделах.

### АТТЕСТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

7.2. Программа аттестации оборудования атомной электростанции является примером эффективного средства управления старением важных для безопасности элементов АЭС, подпадающих под действие этой программы. Объем программы по аттестации оборудования обычно включает оборудование, которое выполняет функции безопасности или вносит вклад в выполнение функций безопасности, но в различных государствах он может быть разным [4].

7.3. Демонстрация функциональных возможностей любой связанной с обеспечением безопасности единицы оборудования, выполняющей функции безопасности в жестких условиях эксплуатационной среды, имеет важное значение для программы аттестации оборудования. Условия эксплуатации после постулированного исходного события существенно отличаются от нормальных условий эксплуатации, и функционирование в нормальных условиях эксплуатации и в период предэксплуатационных испытаний и периодических контрольных испытаний не дает твердой уверенности в непрерывной функциональности единицы оборудования.

7.4. Управление старением отдельных единиц оборудования осуществляется с помощью концепции «установленного ресурса» или «установленных условий»<sup>12</sup>, определенной при аттестации оборудования.

---

<sup>12</sup> См. пункт 7.7.

7.5. Важно показать, что проблемы старения были правильно учтены на весь планируемый срок эксплуатации АЭС путем демонстрации того, что:

- в аттестационных испытаниях учтены потенциальные эффекты старения, в свете международных знаний и практической деятельности;
- проводится мониторинг условий окружающей среды на площадке с целью выявления любых изменений предполагаемых значений;
- предусмотрены процедуры изменения установленного ресурса, особенно в случае изменения предполагаемых значений или увеличения частоты отказов некоторых единиц оборудования;
- предусмотрены процедуры адаптации испытаний старения и сроков их действия.

7.6. Ресурс, установленный в процессе аттестации оборудования – это период нормальной эксплуатации, в течение которого деградация вследствие старения не будет препятствовать удовлетворительной работе оборудования в случае возникновения иницирующего события. До истечения установленного ресурса оборудования осуществляется замена оборудования, происходит замена элементов, сокращающих эксплуатационный ресурс, или устанавливается новый более длительный эксплуатационный ресурс.

7.7. Состояние оборудования как прошедшего аттестацию, определенное в процессе этой аттестации, выражается посредством одного или нескольких поддающихся измерению показателей состояния, для которых было показано, что оборудование будет удовлетворять своим требованиям к функционированию.

7.8. Дополнительная информация об осуществлении и рассмотрении аттестации оборудования приводится в других публикациях МАГАТЭ [12, 13].

## ПЕРИОДИЧЕСКОЕ РАССМОТРЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

7.9. Периодическое рассмотрение безопасности проводится во многих странах. Оно является инструментом для оценки безопасности эксплуатации АЭС на протяжении всего срока службы и для рассмотрения запросов эксплуатирующей организации о выдаче разрешения на продолжение эксплуатации АЭС после установленного срока лицензии

или срока, установленного в результате оценки безопасности. Согласно [12], процесс периодического рассмотрения безопасности действует на атомных электростанциях в течение всего срока их службы и обеспечивает подтверждение действия лицензионной основы с учетом совокупных эффектов старения АЭС (как физического, так и морального старения), модификаций, проведенных на АЭС, и изменений, внесенных в международные нормы безопасности.

7.10. В рамках периодического рассмотрения безопасности [12] эксплуатирующая организация оценивает влияние эффектов старения на безопасность АЭС, эффективность программы управления старением и необходимость совершенствования управления программой старения.

7.11. Цель рассмотрения управления старением при выполнении периодического рассмотрения безопасности заключается в том, чтобы «определить, насколько эффективно осуществляется управление старением на станции с тем, чтобы обеспечивалось выполнение требуемых функций безопасности, а также существует ли на станции эффективная программа управления старением для эксплуатации станции в будущем» ([12], пункт 4.21). Поэтому целью рассмотрения управления старением в рамках периодического рассмотрения безопасности является определение того, что:

- для каждого КСЭ, важных для безопасности, выявлены все существенные механизмы старения;
- существует глубокое понимание соответствующих механизмов старения и их эффектов;
- характер старения КСЭ в течение периода эксплуатации на дату контроля соответствует прогнозам;
- существуют достаточные запасы безопасности для обеспечения безопасной работы, по крайней мере на период до завершения очередного периодического рассмотрения безопасности;
- существует эффективная программа управления старением (в отношении эксплуатации, водно-химического режима, технического обслуживания, надзора и инспекций) для эксплуатации АЭС в будущем.

Возможными последствиями рассмотрения управления старением в рамках периодического рассмотрения безопасности являются улучшения в отношении области применения, процедур и/или периодичности технического обслуживания, надзора и инспекций, а также изменения

условий эксплуатации или проектирования (в том числе возможные изменения проектных основ для конструкций и элементов).

## СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: проектирование, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: эксплуатация, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-R-2, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [3] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Юридическая и государственная инфраструктура ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Methodology for the Management of Ageing of Nuclear Power Plant Components Important to Safety, Technical Reports Series No. 338, IAEA, Vienna (1992).
- [5] 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).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Implementation and Review of a Nuclear Power Plant Ageing Management Programme, Safety Reports Series No. 15, IAEA, Vienna (1999).
- [7] 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).
- [8] 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).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, AMAT Guidelines: Reference Document for the IAEA Ageing Management Assessment Teams (AMATs), IAEA Services Series No. 4, IAEA, Vienna (1999).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, SALTO Guidelines: Guidelines for Peer Review of Long Term Operation and Ageing Management of Nuclear Power Plants, IAEA Services Series No. 17, IAEA, Vienna (2008).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants, Safety Reports Series No. 57, IAEA, Vienna (2008).
- [12] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Периодическое рассмотрение безопасности атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.10, МАГАТЭ, Вена (2009).



- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Equipment Qualification in Operational Nuclear Power Plants: Upgrading, Preserving and Reviewing, Safety Reports Series No. 3, IAEA, Vienna (1998).



## Приложение I

### СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО УПРАВЛЕНИЮ СТАРЕНИЕМ

I-1. В публикациях МАГАТЭ содержатся руководящие материалы и информация о программах управления старением, руководящие материалы для конкретных элементов и руководящие материалы по рассмотрению управления старением.

I-2. Следующие доклады, касающиеся программ управления старением, были разработаны с использованием опыта государств-членов:

- доклад «Сбор данных и ведение документации для управления старением АЭС» [I-1] содержит информацию о необходимых базовых данных, данных по эксплуатации и техническому обслуживанию и о системе сбора данных и ведения документации;
- доклад «Методология управления старением элементов атомных электростанций, важных для безопасности» [I-2] содержит руководящие материалы по скринингу (отбору) КСЭ с целью эффективного использования ограниченных ресурсов и по проведению изучения управления старением с целью выявления или разработки эффективных мер по управлению старением отобранных элементов;
- доклад «Осуществление и рассмотрение программ управления старением на атомных электростанциях» [I-3] содержит информацию о системном подходе к управлению старением и предлагает организационную модель для его осуществления;
- в докладе «Аттестация оборудования на действующих атомных электростанциях: модернизация, сохранение и рассмотрение» [I-4] изложены документальные данные о современных методах и практической деятельности по модернизации и сохранению аттестации оборудования на действующих атомных электростанциях и рассмотрении эффективности программы аттестации оборудования АЭС;
- доклад «Проактивное управление старением атомных электростанций» [I-5] содержит информацию о признании общих недостатков в управлении старением атомных электростанций, применении систематического подхода к управлению старением и усилении роли проактивного управления старением.

I-3. Руководящие материалы для конкретных основных элементов атомных электростанций, важных для безопасности, включают информацию по описанию и проектным основам элементов, потенциальным механизмам старения и их значимости, оперативным руководящим принципам управления деградацией, связанной со старением, требованиями к инспекциям и мониторингу и методам оценки и технического обслуживания. Были выпущены «Руководящие материалы по оценке старения и управлению старением крупных элементов атомных электростанций, важных для безопасности» для следующих компонентов: парогенераторы, бетонные здания защитной оболочки, напорные трубы реакторов CANDU, корпуса реакторов с водой под давлением (PWR), внутрикорпусные устройства PWR, металлические компоненты защитной оболочки кипящих реакторов (BWR), измерительные и контрольные кабели внутри защитной оболочки, сборки для реакторов CANDU, трубопроводы первого контура PWR, корпуса BWR, внутрикорпусные устройства BWR, ревизия корпусов PWR и ревизия внутрикорпусных устройств PWR, см. например [I-6].

I-4. В [I-7] содержатся руководящие материалы для групп по оценке управления старением и для проведения самооценки на электроэнергетических предприятиях с целью предоставления электроэнергетическим предприятиям или отдельным атомным электростанциям консультаций и помощи в деле укрепления и повышения эффективности их программ управления старением.

I-5. Кроме того, МАГАТЭ предоставляет технические руководящие материалы по конкретным видам деградации вследствие старения, таким, как радиационное охрупчивание корпуса реактора, а также по вопросам управления ресурсом на атомных электростанциях, см. например [I-8].

I-6. Помимо приведенных выше публикаций МАГАТЭ по управлению старением, значительный объем информации по проблемам управления старением на атомных электростанциях, был подготовлен, начиная с середины 1980-х годов, отдельными государствами-членами и другими международными организациями, такими, как Агентство по ядерной энергии ОЭСР и Европейская комиссия, см. например [I-9-I-11].

I-7. Единая терминология в области старения [I-12, I-13] способствует общению и взаимопониманию ядерных специалистов при решении вопросов управления старением.

## СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ПРИЛОЖЕНИЮ I

- [I-1] 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).
- [I-2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Methodology for the Management of Ageing of Nuclear Power Plant Components Important to Safety, Technical Reports Series No. 338, IAEA, Vienna (1992).
- [I-3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Implementation and Review of a Nuclear Power Plant Ageing Management Programme, Safety Reports Series No. 15, IAEA, Vienna (1999).
- [I-4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Equipment Qualification in Operational Nuclear Power Plants: Upgrading, Preserving and Reviewing, Safety Reports Series No. 3, IAEA, Vienna (1998).
- [I-5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Proactive Management of Ageing for Nuclear Power Plants, Safety Reports Series No. 62, IAEA, Vienna (2009).
- [I-6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: PWR Pressure Vessels, IAEA-TECDOC-1556, IAEA, Vienna (2007).
- [I-7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, AMAT Guidelines: Reference Document for the IAEA Ageing Management Assessment Teams (AMATs), IAEA Services Series No. 4, IAEA, Vienna (1999).
- [I-8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Power Plant Life Management Processes: Guidelines and Practices for Heavy Water Reactors, IAEA-TECDOC-1503, IAEA, Vienna (2006).
- [I-9] NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Generic Aging Lessons Learned Report, Rep. NUREG-1801 Rev. 1, NRC, Washington, DC (2005).
- [I-10] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Technical Aspects of Ageing for Long-Term Operation, Rep. NEA/CSNI/R(2002)26, OECD, Paris (2002).
- [I-11] EUROPEAN COMMISSION, Safe Management of NPP Ageing in the European Union, Rep. EUR 19843, EC, Brussels (2001).
- [I-12] ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, Common Aging Terminology, EPRI, Palo Alto, CA (1993).
- [I-13] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, Глоссарий старения атомных электростанций, ОЭСР, Париж (1999).

## Приложение II

### ПРИМЕРЫ СОДЕРЖАНИЯ СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ И ВЕДЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ

II-1. Данные, необходимые для программы управления старением на атомной электростанции, подразделяются, как правило, на три следующих категории:

- i) базовая информация, состоящая из данных о конструкции станции и/или КСЭ и состояния в начале срока службы элемента или конструкции;
- ii) данные об истории эксплуатации АЭС, охватывающие условия эксплуатации на уровне КСЭ (в том числе данные переходных режимов), а также данные об испытаниях эксплуатационной готовности и отказах элементов и конструкций;
- iii) данные об истории технического обслуживания, включая данные о мониторинге состояния и техническом обслуживании элементов и конструкций.

II-2. Примерами соответствующих данных могут служить:

- протоколы испытаний с целью аттестации по условиям внешней среды, включая спецификации испытаний и их результаты;
- документация по изготовлению и строительству, в том числе спецификации изготовления и инспекций, результаты инспекций и отклонения;
- результаты предэксплуатационных инспекций, включая спецификации и результаты инспекций, а также выявленные результаты, которые превышают уровни фиксации;
- результаты пусконаладочных испытаний, включая спецификации тестирования и результаты испытаний, а также данные о состоянии эксплуатационной среды при вводе в эксплуатацию;
- результаты исследований химического состава воды и любые изменения в ее составе;
- результаты эксплуатационных инспекций, включая спецификации и результаты инспекций, а также выводы, которые превышают уровни фиксации;
- результаты периодических функциональных испытаний и соответствующие выводы;

- результаты мониторинга, полученные на щите управления, и результаты обходов АЭС;
- выводы после проведения профилактического технического обслуживания;
- выводы после проведения внепланового технического обслуживания;
- данные об отказах в связи со старением или значительной деградацией КСЭ, включая результаты анализа коренной причины.

П-3. Данные, полученные при реализации эффективной программы управления старением, способствуют эффективному управлению конфигурацией АЭС, и наоборот. В идеале, база данных, содержащая данные по КСЭ, перечисленные в пункте П-2, является частью интегрированной базы данных, которая является согласованным источником данных для функций эксплуатации, управления конфигурацией, технического обслуживания и инженерно-технической поддержки.

## Приложение III

### ПРИМЕРЫ ВАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ СТАРЕНИЯ И ПОДВЕРЖЕННЫХ СТАРЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ

III-1. В таблице III-1 приведены некоторые примеры механизмов старения механических элементов, электрических элементов и оборудования, а также строительных конструкций. Дegradaция конкретной конструкции или элемента вследствие старения определяется на основе материала изготовления и эксплуатационных и других условий в рамках процесса рассмотрения управления старением, описанного в разделе 4.

ТАБЛИЦА III-1. ВАЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТАРЕНИЯ И ПОДВЕРЖЕННЫЕ СТАРЕНИЮ МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ

Механизм старения	Подверженные старению участки, материалы и элементы
<i>Механические элементы</i>	
Радиационное охрупчивание	Область бандажа на корпусе реактора, внутрикорпусные устройства реактора
Общая коррозия, точечная и фосфатно-шламовая коррозия (в условиях низких и высоких температур)	Щели и скрытые участки, участки со слабым потоком или стагнационные, системы аварийного впрыска, системы технической воды
Коррозионное растрескивание внутренних поверхностей под напряжением (в условиях низких и высоких температур)	Близость сварного шва в элементах (аномальные условия водно-химического режима)
Коррозионное растрескивание внешних поверхностей под напряжением (коррозия в присутствии хлоридов, в условиях низких и высоких температур)	Элементы, расположенные вблизи зоны утечки клапанов и в прибрежных АЭС (например, теплоизоляция)
Щелевая коррозия (в условиях низких и высоких температур)	Зоны стагнации, близость сварных швов, область муфтового соединения, сварные швы с подкладными кольцами



ТАБЛИЦА III-1. ВАЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТАРЕНИЯ И ПОДВЕРЖЕННЫЕ СТАРЕНИЮ МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ (продолжение)

Механизм старения	Подверженные старению участки, материалы и элементы
Коррозия в присутствии бактериального загрязнения (в условиях низких температур)	Техническая вода, теплообменники, оборудование, на котором проводится опрессовка, оборудование, выведенное из эксплуатации, анкерные болты, дизель-генераторы
Усталостная коррозия (в условиях низких и высоких температур)	Зоны смешивания тепловых потоков, особенно углеродистые и легированные стали
Усталость (в условиях низких и высоких температур)	Опоры вращающихся механизмов и трубопроводы, соединенные с крупным оборудованием
Трещинообразование в зоне сварных швов (недостаточное сплавление, пластичность в горячем состоянии, ферритовое обеднение, щелеобразование, воздействие высоких и низких температур)	Сварные соединения подобных металлов, кованные материалы для литья, сварные швы с низкоферритным присадочным материалом, роликовый сварной шов
Трещинообразование в зоне растворения (в условиях низких и высоких температур)	Сварные соединения разнородных металлов, сопряжения внешней облицовки сосудов, патрубков с надежными переходниками, клапанов и насосов с трубопроводами (углеродистой стали с нержавеющей сталью)
Низкотемпературная сенсбилизация (в условиях высоких температур)	Компоненты из нержавеющей стали, литые компоненты
Механический износ, коррозионное истирание (в условиях низких и высоких температур)	Вращающиеся механизмы
Соединение и износ	Компоненты в насосах и клапанах
<i>Электрические и контрольно-измерительные компоненты</i>	
Охрупчивание и деградация изоляции	Кабели, обмотки двигателей, трансформаторы
Частичные разряды	Трансформаторы, катушки индуктивности, оборудование среднего и высокого напряжения
Окисление	Контакты реле и выключателей, смазочные материалы, изоляционные материалы, связанные с электрическими компонентами

ТАБЛИЦА III-1. ВАЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТАРЕНИЯ И ПОДВЕРЖЕННЫЕ СТАРЕНИЮ МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ (продолжение)

Механизм старения	Подверженные старению участки, материалы и элементы
Появление монокристаллов	Нитевидные и древовидные кристаллы
Металлическая диффузия	Сплавы и сварные соединения в электронных соединениях
<i>Строительные конструкции</i>	
Старение бетона в условиях коррозионного химического воздействия и коррозия закладных стальных элементов	Бетонные элементы: стены, купол, фундаментные плиты, кольцевая балка, контрфорсы, защитная оболочка (если применимо)
Трещины и деформации в связи с повышенным уровнем напряжения из-за осадки сооружений	Все бетонные элементы
Потеря предварительного напряжения из-за релаксации напряжений, усадки, ползучести и повышенной температуры	Преднапряженные тросы натяжения в конструкции защитной оболочки
Потери материала (окалина, растрескивание и отслаивание) в циклах замораживания-оттаивания	Бетонные элементы: стены, купол, фундаментные плиты, кольцевая балка, контрфорсы, защитная оболочка (если применимо)

## СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Banks, P.	«Бритиш энерджи», Соединенное Королевство
Deschildre, O.	Генеральный директорат ядерной безопасности и радиационной защиты, Франция
Duhac, A.	Объединенный исследовательский центр Европейской комиссии
Faidy, C.	ЭДФ, Франция
Gettings, A.	«Бритиш энерджи», Соединенное Королевство
Inagaki, T.	Международное агентство по атомной энергии
Kang, Ki-Sig	Международное агентство по атомной энергии
Katona, T.	Атомная электростанция «Пакш», Венгрия
Kearney, M.	Международное агентство по атомной энергии
Koutaniemi, P.	СТУК, Финляндия
Kupca, L.	Международное агентство по атомной энергии
Pachner, J.	«Пахнер ассошиэйтс», Канада
Taylor, T.	Тихоокеанская северо-западная национальная лаборатория, Соединенные Штаты Америки
Thoma, K.	Атомная электростанция «Бецнау», Швейцария



## ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

*Звездочкой отмечены члены-корреспонденты. Членам-корреспондентам направляются проекты документов для замечаний, а также другая документация, но они, как правило, не принимают участия в работе совещаний. Двумя звездочками отмечены заместители.*

### **Комиссия по нормам безопасности**

*Австралия: Loy, J.; Аргентина: González, A.J.; Бельгия: Samain, J.-P.; Бразилия: Vinhas, L.A.; Вьетнам: Le-chi Dung; Германия: Majer, D.; Египет: Barakat, M.; Израиль: Levanon, I.; Индия: Sharma, S.K.; Испания: Barceló Vernet, J.; Канада: Jammal, R.; Китай: Liu Hua; Корея, Республика: Choul-Но Yun; Литва: Maksimovas, G.; Пакистан: Rahman, M.S.; Российская Федерация: Адамчик, С.; Соединенное Королевство: Weightman, M.; Соединенные Штаты Америки: Virgilio, M.; Украина: Миколайчук, Е.; Финляндия: Laaksonen, J.; Франция: Lacoste, A.-С. (председатель); Швеция: Larsson, С.М.; Южная Африка: Magugumela, M.T.; Япония: Fukushima, A.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Yoshimura, U.; Европейская комиссия: Faross, P.; Консультативная группа по вопросам физической ядерной безопасности: Hashmi, J.A.; МАГАТЭ: Delattre, D. (координатор); Международная группа по ядерной безопасности: Meserve, R.; Международная комиссия по радиологической защите: Holm, L.-E.; председатели комитетов по нормам ядерной безопасности: Brach, E.W. (ТРАНССК); Magnusson, S. (РАССК); Pather, T. (ВАССК); Vaughan, G.J. (НУССК).*

### **Комитет по нормам ядерной безопасности**

*Австралия: Le Cann, G.; Австрия: Sholly, S.; Алжир: Merrouche, D.; Аргентина: Waldman, R.; Бельгия: De Boeck, B.; \*Болгария: Gledachev, Y.; Бразилия: Gromann, A.; Венгрия: Adorján, F.; Гана: Emi-Reynolds, G.; Германия: Wassilew, С.; \*Греция: Camarinopoulos, L.; Египет: Ibrahim, M.; Израиль: Hirshfeld, H.; Индия: Vaze, K.; Индонезия: Antariksawan, A.; Иран, Исламская Республика: Asgharizadeh, F.; Испания: Zarzuela, J.; Италия: Vava, G.; Канада: Rzentkowski, G.; \*Кипр: Demetriades, P.; Китай: Jingxi Li; Корея, Республика: Hyun-Koon Kim; Ливийская Арабская Джамахирия: Abuzid, O.; Литва: Demčenko, M.; Малайзия: Azlina Mohammed Jais;*

*Марокко*: Soufi, I.; *Мексика*: Carrera, A.; *Нидерланды*: van der Wiel, L.; *Пакистан*: Habib, M.A.; *Польша*: Jurkowski, M.; *Российская Федерация*: Баранаев, Ю.; *Румыния*: Biro, L.; *Словакия*: Uhrík, P.; *Словения*: Vojnovič, D.; *Соединенное Королевство*: Vaughan, G.J. (председатель); *Соединенные Штаты Америки*: Mayfield, M.; *Тунис*: Baccouche, S.; *Турция*: Bezdegumeli, U.; *Украина*: Шумкова, Н.; *Уругвай*: Nader, A.; *Финляндия*: Järvinen, M.-L.; *Франция*: Feron, F.; *Хорватия*: Valčić, I.; *Чешская Республика*: Šváb, M.; *Швейцария*: Flury, P.; *Швеция*: Hallman, A.; *Южная Африка*: Leotwane, W.; *Япония*: Kanda, T.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР*: Reig, J.; *\*Всемирная ядерная ассоциация*: Борисова, И.; *Европейская комиссия*: Vigne, S.; *МАГАТЭ*: Feige, G. (координатор); *Международная организация по стандартизации*: Sevestre, B.; *Международная электротехническая комиссия*: Bouard, J.-P.; *ФОРАТОМ*: Fourest, B.

### **Комитет по нормам радиационной безопасности**

*Австралия*: Melbourne, A.; *\*Австрия*: Karg, V.; *\*Алжир*: Chelbani, S.; *Аргентина*: Massera, G.; *Бельгия*: van Bladel, L.; *\*Болгария*: Katzarska, L.; *Бразилия*: Rodriguez Rochedo, E.R.; *Венгрия*: Koblinger, L.; *Гана*: Amoako, J.; *Германия*: Helming, M.; *\*Греция*: Kamenopoulou, V.; *Дания*: Øhlenschläger, M.; *Египет*: Hassib, G.M.; *Израиль*: Koch, J.; *Индия*: Sharma, D.N.; *Индонезия*: Widodo, S.; *Иран, Исламская Республика*: Kardan, M.R.; *Ирландия*: Colgan, T.; *Исландия*: Magnusson, S. (председатель); *Испания*: Amor Calvo, I.; *Италия*: Bologna, L.; *Канада*: Clement, C.; *\*Кипр*: Demetriades, P.; *Китай*: Huating Yang; *Корея, Республика*: Byung-Soo Lee; *\*Куба*: Betancourt Hernandez, L.; *\*Латвия*: Salmins, A.; *Ливийская Арабская Джамахирия*: Busitta, M.; *Литва*: Mastauskas, A.; *Малайзия*: Hamrah, M.A.; *Марокко*: Tazi, S.; *Мексика*: Delgado Guardado, J.; *Нидерланды*: Zuur, C.; *Норвегия*: Saxebol, G.; *Пакистан*: Ali, M.; *Парагвай*: Romero de Gonzalez, V.; *Польша*: Merta, A.; *Португалия*: Dias de Oliveira, A.M.; *Российская Федерация*: Савкин, М.; *Румыния*: Rodna, A.; *Словакия*: Jurina, V.; *Словения*: Sutej, T.; *Соединенное Королевство*: Robinson, I.; *Соединенные Штаты Америки*: Lewis, R.; *\*Таиланд*: Suntarapai, P.; *Тунис*: Chékir, Z.; *Турция*: Окуар, Н.В.; *Украина*: Павленко, Т.; *\*Уругвай*: Nader, A.; *Филиппины*: Valdezco, E.; *Финляндия*: Markkanen, M.; *Франция*: Godet, J.-L.; *Хорватия*: Kralik, I.; *Чешская Республика*: Petrova, K.; *Швейцария*: Piller, G.; *Швеция*: Almen, A.; *Эстония*: Lust, M.; *Южная Африка*: Olivier, J.H.I.; *Япония*: Kiryu, Y.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР*: Lazo, T.E.; *Всемирная организация здравоохранения*: Carr, Z.; *Всемирная ядерная ассоциация*: Saint-Pierre, S.; *Европейская комиссия*: Janssens, A.; *МАГАТЭ*: Boal, T. (координатор); *Международная ассоциация*

поставщиков и производителей источников: Fasten, W.; Международная комиссия по радиологической защите: Valentin, J.; Международная организация по стандартизации: Rannou, A.; Международная электротехническая комиссия: Thompson, I.; Международное бюро труда: Niu, S.; Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации: Crick, M.; Панамериканская организация здравоохранения: Jiménez, P.; Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций: Byron, D.

### **Комитет по нормам безопасности перевозки**

*Австралия:* Sarkar, S.; *Австрия:* Kirchnawy, F.; *Аргентина:* López Vietri, J.; **\*\*Сапародна,** N.M.; *Бельгия:* Cottens, E.; *Болгария:* Bakalova, A.; *Бразилия:* Xavier, A.M.; *Венгрия:* Sáfár, J.; *Гана:* Emi-Reynolds, G.; *Германия:* Rein, H.; **\*Nitsche,** F.; **\*\*Alter,** U.; *\*Греция:* Vogiatzi, S.; *Дания:* Breddam, K.; *Египет:* El-Shinawy, R.M.K.; *Израиль:* Koch, J.; *Индия:* Agarwal, S.P.; *Индонезия:* Wisnubroto, D.; *Иран, Исламская Республика:* Eshraghi, A.; **\*Emamjomeh,** A.; *Ирландия:* Duffu, J.; *Испания:* Zamora Martin, F.; *Италия:* Trivelloni, S.; **\*\*Orsini,** A.; *Канада:* Régimbald, A.; **\*Kunp:** Demetriades, P.; *Китай:* Xiaoping Li; *Корея, Республика:* Dae-Hyung Cho; **\*Куба:** Quevedo Garcia, J.R.; *Ливийская Арабская Джамахирия:* Kekli, A.T.; *Литва:* Statkus, V.; *Малайзия:* Sobari, M.P.M.; **\*\*Husain,** Z.A.; **\*Марокко:** Allach, A.; *Мексика:* Bautista Arteaga, D.M.; **\*\*Delgado Guardado,** J.L.; *Нидерланды:* Ter Morshuizen, M.; **\*Новая Зеландия:** Ardouin, C.; *Норвегия:* Hornkjøl, S.; *Пакистан:* Rashid, M.; **\*Парагвай:** More Torres, L.E.; *Польша:* Dziubiak, T.; *Португалия:* Vuxo da Trindade, R.; *Российская Федерация:* Бучельников, А.Е.; *Соединенное Королевство:* Sallit, G.; *Соединенные Штаты Америки:* Boyle, R.W.; Brach, E.W. (председатель); *Таиланд:* Jerachanchai, S.; *Турция:* Ertürk, K.; *Украина:* Лопатин, С.; *Уругвай:* Nader, A.; **\*Cabral,** W.; *Финляндия:* Lahkola, A.; *Франция:* Landier, D.; *Хорватия:* Belamaric, N.; *Чешская Республика:* Ducháček, V.; *Швейцария:* Krietsch, T.; *Швеция:* Häggblom, E.; **\*\*Svahn,** B.; *Южная Африка:* Hinrichsen, P.; *Япония:* Hanaki, I.; *Всемирная ядерная ассоциация:* Gorlin, S.; *Всемирный институт по ядерным перевозкам:* Green, L.; *Всемирный почтовый союз:* Bowers, D.G.; *Европейская комиссия:* Binet, J.; *Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций:* Kervella, O.; *МАГАТЭ:* Stewart, J.T. (координатор); *Международная ассоциация воздушного транспорта:* Brennan, D.; *Международная ассоциация поставщиков и производителей источников:* Miller, J.J.; **\*\*Roughan,** K.; *Международная морская организация:* Rahim, I.; *Международная организация гражданской авиации:*

Rooney, K.; *Международная организация по стандартизации*: Malesys, P.; *Международная федерация ассоциаций линейных пилотов*: Tisdall, A.; \*\*Gessl, M.

### **Комитет по нормам безопасности отходов**

*Австралия*: Williams, G.; *\*Австрия*: Fischer, H.; *Алжир*: Abdenacer, G.; *Аргентина*: Biaggio, A.; *Бельгия*: Blommaert, W.; *\*Болгария*: Simeonov, G.; *Бразилия*: Tostes, M.; *Венгрия*: Czoch, I.; *Гана*: Faanu, A.; *Германия*: Götz, C.; *Греция*: Tzika, F.; *Дания*: Nielsen, C.; *Египет*: Mohamed, Y.; *Израиль*: Dody, A.; *Индия*: Rana, D.; *Индонезия*: Wisnubroto, D.; *Ирак*: Abbas, H.; *Иран, Исламская Республика*: Assadi, M.; *\*Заргхами*, R.; *Испания*: Sanz Aludan, M.; *Италия*: Dionisi, M.; *Канада*: Howard, D.; *Кипр*: Demetriades, P.; *Китай*: Zhimin Qu; *Корея, Республика*: Won-Jae Park; *Куба*: Fernandez, A.; *\*Латвия*: Salmins, A.; *Ливийская Арабская Джамахирия*: Elfawares, A.; *Литва*: Paulikas, V.; *Малайзия*: Sudin, M.; *\*Марокко*: Barkouch, R.; *Мексика*: Aguirre Gómez, J.; *Нидерланды*: van der Shaaf, M.; *Пакистан*: Mannan, A.; *\*Парагвай*: Idoyaga Navarro, M.; *Польша*: Wlodarski, J.; *Португалия*: Flausino de Paiva, M.; *Словакия*: Homola, J.; *Словения*: Mele, I.; *Соединенное Королевство*: Chandler, S.; *Соединенные Штаты Америки*: Camper, L.; *\*Таиланд*: Supaokit, P.; *Тунис*: Bousselmi, M.; *Турция*: Özdemir, T.; *Украина*: Макаровская, О.; *\*Уругвай*: Nader, A.; *Финляндия*: Nutri, K.; *Франция*: Rieu, J.; *Хорватия*: Trifunovic, D.; *Чешская Республика*: Lietava, P.; *Швейцария*: Wannner, H.; *Швеция*: Frise, L.; *Эстония*: Lust, M.; *Южная Африка*: Pather, T. (председатель); *Япония*: Matsuo, H.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР*: Riotte, H.; *Всемирная ядерная ассоциация*: Saint-Pierre, S.; *Европейская комиссия*: Necheva, C.; *МАГАТЭ*: Siraky, G. (координатор); *Международная ассоциация поставщиков и производителей источников*: Fasten, W.; *Международная организация по стандартизации*: Hutson, G.; *Нормы безопасности европейских ядерных установок*: Lorenz, B.; *\*Нормы безопасности европейских ядерных установок*: Zaiss, W.





# IAEA

Международное агентство по атомной энергии

№ 23

## ЗАКАЗ В СТРАНАХ

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

Заказы бесплатных публикаций следует направлять непосредственно в МАГАТЭ. Контактная информация приводится в конце настоящего перечня.

### **АВСТРАЛИЯ**

#### ***DA Information Services***

648 Whitehorse Road, Mitcham, VIC 3132, AUSTRALIA

Телефон: +61 3 9210 7777 • Факс: +61 3 9210 7788

Эл. почта: books@dadirect.com.au • Веб-сайт: <http://www.dadirect.com.au>

### **БЕЛЬГИЯ**

#### ***Jean de Lannoy***

Avenue du Roi 202, 1190 Brussels, BELGIUM

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

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

### **КАНАДА**

#### ***Renouf Publishing Co. Ltd.***

5369 Canotek Road, Ottawa, ON K1J 9J3, CANADA

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

Эл. почта: order@renoufbooks.com • Веб-сайт: <http://www.renoufbooks.com>

#### ***Bernan Associates***

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

Телефон +1 800 8653457 • Факс: 1 800 865 3450

Эл. почта: orders@bernan.com • Веб-сайт: <http://www.bernan.com>

### **ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА**

#### ***Suweco CZ, spol. S.r.o.***

Klecakova 347, 180 21 Prague 9, CZECH REPUBLIC

Телефон +420 242 459 202 • Факс: +420 242 459 203

Эл. почта: nakup@suweco.cz • Веб-сайт: <http://www.suweco.cz>

### **ФИНЛЯНДИЯ**

#### ***Akateeminen Kirjakauppa***

PO Box 128 (Keskuskatu 1), 00101 Helsinki, FINLAND

Телефон: +358 9 121 41 • Факс: +358 9 121 4450

Эл. почта: akatilaus@akateeminen.com • Веб-сайт: <http://www.akateeminen.com>

### **ФРАНЦИЯ**

#### ***Form-Edit***

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

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

Эл. почта: fabien.boucard@formedit.fr • Веб-сайт: <http://www.formedit.fr>

#### ***Lavoisier SAS***

14 rue de Provigny, 94236 Cachan CEDEX, FRANCE

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

Эл. почта: livres@lavoisier.fr • Веб-сайт: <http://www.lavoisier.fr>

#### ***L'Appel du livre***

99 rue de Charonne, 75011 Paris, FRANCE

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

Эл. почта: livres@appeldulivre.fr • Веб-сайт: <http://www.appeldulivre.fr>

### **ГЕРМАНИЯ**

#### ***Goethe Buchhandlung Teubig GmbH***

Schweitzer Fachinformationen

Willstätterstrasse 15, 40549 Düsseldorf, GERMANY

Телефон: +49 (0) 211 49 8740 • Факс: +49 (0) 211 49 87428

Эл. почта: s.dehaan@schweitzer-online.de • Веб-сайт: <http://www.goethebuch.de>

### **ВЕНГРИЯ**

#### ***Librotade Ltd., Book Import***

PF 126, 1656 Budapest, HUNGARY

Телефон: +36 1 257 7777 • Факс: +36 1 257 7472

Эл. почта: books@librotade.hu • Веб-сайт: <http://www.librotade.hu>

## **ИНДИЯ**

### **Allied Publishers**

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

Телефон: +91 22 2261 7926/27 • Факс: +91 22 2261 7928

Эл. почта: alliedpl@vsnl.com • Веб-сайт: <http://www.alliedpublishers.com>

### **Bookwell**

3/79 Nirankari, Delhi 110009, INDIA

Телефон: +91 11 2760 1283/4536

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

## **ИТАЛИЯ**

### **Libreria Scientifica "AEIOU"**

Via Vincenzo Maria Coronelli 6, 20146 Milan, ITALY

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

Эл. почта: info@libreriaaeiou.eu • Веб-сайт: <http://www.libreriaaeiou.eu/>

## **ЯПОНИЯ**

### **Maruzen Co., Ltd.**

1-9-18 Kaigan, Minato-ku, Tokyo 105-0022, JAPAN

Телефон: +81 3 6367 6047 • Факс: +81 3 6367 6160

Эл. почта: journal@maruzen.co.jp • Веб-сайт: <http://www.maruzen.co.jp>

## **НИДЕРЛАНДЫ**

### **Martinus Nijhoff International**

Koraalrood 50, Postbus 1853, 2700 CZ Zoetermeer, NETHERLANDS

Телефон: +31 793 684 400 • Факс: +31 793 615 698

Эл. почта: info@nijhoff.nl • Веб-сайт: <http://www.nijhoff.nl>

### **Swets Information Services Ltd.**

PO Box 26, 2300 AA Leiden

Dellaertweg 9b, 2316 WZ Leiden, NETHERLANDS

Телефон: +31 88 4679 387 • Факс: +31 88 4679 388

Эл. почта: tbeysens@nl.swets.com • Веб-сайт: <http://www.swets.com>

## **СЛОВЕНИЯ**

### **Cankarjeva Založba dd**

Kopitarjeva 2, 1515 Ljubljana, SLOVENIA

Телефон: +386 1 432 31 44 • Факс: +386 1 230 14 35

Эл. почта: import.books@cankarjeva-z.si • Веб-сайт: [http://www.mladinska.com/cankarjeva\\_zalozba](http://www.mladinska.com/cankarjeva_zalozba)

## **ИСПАНИЯ**

### **Díaz de Santos, S.A.**

Librerías Bookshop • Departamento de pedidos

Calle Albasanz 2, esquina Hermanos Garcia Noblejas 21, 28037 Madrid, SPAIN

Телефон: +34 917 43 48 90 • Факс: +34 917 43 4023

Эл. почта: compras@diazdesantos.es • Веб-сайт: <http://www.diazdesantos.es/>

## **СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО**

### **The Stationery Office Ltd. (TSO)**

PO Box 29, Norwich, Norfolk, NR3 1PD, UNITED KINGDOM

Телефон: +44 870 600 5552

Эл. почта (заказы): books.orders@tso.co.uk • (справки): book.enquiries@tso.co.uk • Веб-сайт: <http://www.tso.co.uk>

## **СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ**

### **Bernan Associates**

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

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

Эл. почта: orders@bernan.com • Веб-сайт: <http://www.bernan.com>

### **Renouf Publishing Co. Ltd.**

812 Proctor Avenue, Ogdensburg, NY 13669, USA

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

Эл. почта: orders@renoufbooks.com • Веб-сайт: <http://www.renoufbooks.com>

## **Организация Объединенных Наций (ООН)**

300 East 42<sup>nd</sup> Street, IN-919J, New York, NY 1001, USA

Телефон: +1 212 963 8302 • Факс: +1 212 963 3489

Эл. почта: publications@un.org • Веб-сайт: <http://www.unp.un.org>

## **Заказы платных и бесплатных публикаций можно направлять непосредственно по адресу:**

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

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

Телефон: +43 1 2600 22529 или 22488 • Факс: +43 1 2600 29302

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

## Обеспечение безопасности с помощью международных норм

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

Юкия Аmano  
Генеральный директор