

# Нормы безопасности МАГАТЭ

для защиты людей и охраны окружающей среды

## Обращение с радиоактивными отходами атомных электростанций и исследовательских реакторов перед захоронением

Специальное руководство по безопасности  
№ SSG-40



**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии

# НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ И ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ДАННОЙ ТЕМЕ

## НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

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

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

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

[www.iaea.org/ru/resursy/normy-bezopasnosti](http://www.iaea.org/ru/resursy/normy-bezopasnosti)

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

Всем пользователям норм безопасности МАГАТЭ предлагается сообщать МАГАТЭ об опыте их использования (например, в качестве основы для национальных регулирующих положений, для составления обзоров безопасности и учебных курсов) в целях обеспечения того, чтобы они по-прежнему отвечали потребностям пользователей. Эта информация может быть направлена через сайт МАГАТЭ в Интернете или по почте (см. адрес выше), или по электронной почте по адресу [Official.Mail@iaea.org](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 **ТЕСДОС**. МАГАТЭ выпускает также доклады по радиологическим авариям, учебные пособия и практические руководства, а также другие специальные публикации по вопросам безопасности.

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

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

ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ  
ОТХОДАМИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ  
И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРОВ  
ПЕРЕД ЗАХОРОНЕНИЕМ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

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

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

СЕРИЯ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ, № SSG-40

ОБРАЩЕНИЕ С  
РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ  
АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ  
И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ  
РЕАКТОРОВ ПЕРЕД  
ЗАХОРОНЕНИЕМ

СПЕЦИАЛЬНОЕ РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА, 2023 ГОД

## УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены положениями Всемирной конвенции об авторском праве, принятой в 1952 году (Берн) и пересмотренной в 1972 году (Париж). Впоследствии авторские права были распространены Всемирной организацией интеллектуальной собственности (Женева) также на интеллектуальную собственность в электронной и виртуальной форме. Для полного или частичного использования текстов, содержащихся в печатных или электронных публикациях МАГАТЭ, должно быть получено разрешение, которое обычно оформляется соглашениями типа роялти. Предложения о некоммерческом воспроизведении и переводе приветствуются и рассматриваются в каждом случае в отдельности. Вопросы следует направлять в Издательскую секцию МАГАТЭ по адресу:

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)  
Издательская секция  
Международное агентство по атомной энергии  
Венский международный центр,  
а/я 100,  
А1400 Вена, Австрия  
Факс: +43 1 26007 22529  
Тел.: +43 1 2600 22417  
Эл. почта: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org)  
<https://www.iaea.org/ru/publikacii>

© МАГАТЭ, 2023

Напечатано МАГАТЭ в Австрии  
Февраль 2023 года  
STI/PUB/1719

ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ  
ОТХОДАМИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРОВ ПЕРЕД  
ЗАХОРОНЕНИЕМ  
МАГАТЭ, ВЕНА, 2023 ГОД  
STI/PUB/1719  
ISBN 978–92–0–435722–6 (печатный формат)  
ISBN 978–92–0–435622–9 (формат pdf)  
ISSN 1020–5845

## ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

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

Ответственность за деятельность по регулированию безопасности возлагается на страны, и многие государства принимают решения применять нормы МАГАТЭ по безопасности в своих национальных регулирующих положениях. Для сторон различных международных конвенций по безопасности нормы МАГАТЭ являются согласованным и надежным средством обеспечения эффективного выполнения обязательств, вытекающих из этих конвенций. Эти нормы применяются также

регулирующими органами и операторами во всем мире в целях повышения безопасности при производстве ядерной энергии и применении ядерных методов в медицине, промышленности, сельском хозяйстве и научных исследованиях.

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



# НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

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

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

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

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

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

Глобальный режим ядерной безопасности постоянно совершенствуется. Нормы безопасности МАГАТЭ, которые поддерживают осуществление имеющих обязательную силу международных договорно-правовых документов и функционирование национальных инфраструктур безопасности, являются краеугольным камнем этого глобального режима.

Нормы безопасности МАГАТЭ представляют собой полезный инструмент, с помощью которого договаривающиеся стороны оценивают свою деятельность по выполнению этих конвенций.

## НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

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

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

Меры по обеспечению безопасности и физической 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.

---

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

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

### Основы безопасности

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

### Требования безопасности

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



РИС. 1. Долгосрочная структура Серии норм безопасности МАГАТЭ.

достижения или восстановления требуемого уровня безопасности. Формат и стиль требований облегчают их гармоничное использование для создания национальной основы регулирования. Требования, включая пронумерованные всеобъемлющие требования, выражаются формулировками «должен, должна, должно, должны». Многие требования конкретно не адресуются, а это означает, что за их выполнение отвечают соответствующие стороны.

### **Руководства по безопасности**

В руководствах по безопасности содержатся рекомендации и руководящие материалы, касающиеся выполнения требований безопасности, и в них выражается международный консенсус в отношении необходимости принятия рекомендуемых мер (или эквивалентных альтернативных мер). В руководствах по безопасности представлена международная надлежащая практика, и они во все большей степени отражают наилучшую практику, помогающую пользователям достичь высокого уровня безопасности. Рекомендации, содержащиеся в руководствах по безопасности, формулируются с применением глагола «следует».

## **ПРИМЕНЕНИЕ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ**

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

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

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

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

Международные конвенции содержат требования, которые аналогичны требованиям, изложенным в нормах безопасности МАГАТЭ, и являются обязательными для договаривающихся сторон. Нормы безопасности МАГАТЭ, подкрепляемые международными конвенциями, отраслевыми стандартами и подробными национальными требованиями, создают прочную основу для защиты людей и охраны окружающей среды. Существуют также некоторые особые вопросы безопасности, требующие оценки на национальном уровне. Например, многие нормы безопасности МАГАТЭ, особенно нормы, посвященные вопросам планирования или разработки мер по обеспечению безопасности, предназначаются, прежде всего, для применения к новым установкам и видам деятельности. На некоторых существующих установках, сооруженных в соответствии с нормами, принятыми ранее, не возможно выполнять в полном объеме требования, установленные в нормах безопасности МАГАТЭ. Вопрос о том, как нормы безопасности МАГАТЭ должны применяться на таких установках, решают сами государства.

Научные соображения, лежащие в основе норм безопасности МАГАТЭ, обеспечивают объективную основу для принятия решений по вопросам безопасности; однако органы, отвечающие за принятие решений, должны также выносить обоснованные суждения, а также должны определять, как обеспечить оптимальный баланс между пользой от принимаемых мер или осуществляемых мероприятий и связанными с ними радиационными рисками и любыми иными негативными последствиями применения этих мер или мероприятий.

## ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

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



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

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

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

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ДРУГИМИ МЕЖДУНАРОДНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

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

## ТОЛКОВАНИЕ ТЕКСТА

Относящиеся к ядерной и физической безопасности термины следует понимать в соответствии с определениями, приведенными в Глоссарии МАГАТЭ по ядерной и физической безопасности (см. <https://www.iaea.org/resources/publications/iaea-nuclear-safety-and-security-glossary>). Во всех остальных случаях в издании на английском языке слова используются с написанием и значением, приведенными в последнем издании Краткого оксфордского словаря английского языка. Для руководств по безопасности аутентичным текстом является английский вариант.

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

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

Дополнение, если оно включено, рассматривается в качестве неотъемлемой части норм безопасности. Материал в дополнении имеет тот же статус, что и основной текст, и МАГАТЭ берет на себя авторство в отношении такого материала. Приложения и сноски к основному тексту, если они включены, используются для предоставления практических примеров или дополнительной информации или пояснений. Приложения и сноски не являются неотъемлемой частью основного текста. Материал

в приложениях, опубликованный МАГАТЭ, не обязательно выпускается в качестве его авторского материала; в приложениях к нормам безопасности может быть представлен материал, имеющий другое авторство. Посторонний материал, публикуемый в приложениях, приводится в виде выдержек и адаптируется по мере необходимости, с тем чтобы быть в целом полезным.



## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ .....	1
	Общие положения (1.1–1.9) .....	1
	Цель (1.10–1.13) .....	4
	Область применения (1.14–1.18) .....	5
	Структура (1.19) .....	7
2.	ЗАЩИТА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	7
	Обращение с радиоактивными отходами (2.1–2.3) .....	7
	Радиационная защита (2.4–2.8) .....	8
	Охрана окружающей среды (2.9–2.12) .....	9
3.	ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ .....	10
	Правовая и организационная основа (3.1–3.12) .....	10
	Обязанности регулирующего органа (3.13–3.18) .....	13
	Обязанности эксплуатирующей организации (3.19–3.33) .....	16
4.	КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ .....	23
	Безопасность и физическая безопасность (4.1–4.3) .....	23
	Взаимозависимости (4.4–4.9) .....	24
	Система менеджмента (4.10–4.13) .....	26
	Менеджмент ресурсов (4.14–4.15) .....	28
	Реализация процесса (4.16–4.18) .....	29
5.	ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ (5.1–5.13) .....	30
6.	ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	35
	Общие положения (6.1–6.6) .....	35
	Образование и контроль отходов (6.7–6.16) .....	37
	Характеризация и классификация отходов (6.17–6.27) .....	41
	Переработка радиоактивных отходов (6.28–6.72) .....	44
	Хранение радиоактивных отходов (6.73–6.83) .....	56
	Критерии приемлемости радиоактивных отходов (6.84–6.88) ...	59

Соображения безопасности в течение всего срока эксплуатации установки для обращения с отходами (6.89–6.118).....	61
ДОПОЛНЕНИЕ I: КЛЮЧЕВЫЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ УЧЕТА ПРИ ОБРАЩЕНИИ С УПАКОВКАМИ ОТХОДОВ И ОТРАБОТАВШИМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ, ЗАЯВЛЕННЫМ КАК ОТХОДЫ.....	75
ДОПОЛНЕНИЕ II: ПРОГРАММА ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ДЛЯ КОНКРЕТНОЙ УСТАНОВКИ.....	79
ДОПОЛНЕНИЕ III: ПРИМЕРЫ ОПАСНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРАХ ....	82
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ I: ПРИМЕР ТИПИЧНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ НА АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ИЛИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ РЕАКТОРЕ.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ II: ПРИМЕР СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ НА РЕАКТОРЕ С ВОДОЙ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (НЕПОЛНОПОТОЧНАЯ ДООЧИСТКА КОНДЕНСАТА).....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ III: ПРИМЕР СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ НА РЕАКТОРЕ С ВОДОЙ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (ПОЛНОПОТОЧНАЯ ДООЧИСТКА КОНДЕНСАТА).....	97
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ.....	99

# 1. ВВЕДЕНИЕ

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Радиоактивные отходы (радиоактивный материал, для которого не предусмотрено дальнейшее использование и характеристики которого делают его непригодным для разрешенного сброса, разрешенного использования или освобождения от регулирующего контроля) образуются при производстве электроэнергии на атомных электростанциях и при использовании исследовательских реакторов (включая подкритические сборки и критические сборки). Радиоактивные отходы, образующиеся на атомных электростанциях и в исследовательских реакторах, являются разнообразными и различными по природе и охватывают широкий диапазон радионуклидов, значений периода полураспада, концентраций активности, объема и физико-химических свойств. К типичным отходам атомных электростанций и исследовательских реакторов относятся, в частности: отработанные ионообменные смолы, фильтры, активированные металлы, жидкостные и газообразные сбросы, облученные экспериментальные компоненты, отработавшее топливо, заявленное как отходы, и отходы при выводе из эксплуатации. Ввиду разнообразия и вариативности потоков отходов на таких установках следует уделять особое внимание в течение длительных периодов времени всем стадиям обращения с отходами. Таким образом, ключевой особенностью обращения с радиоактивными отходами атомных электростанций и исследовательских реакторов перед захоронением является взаимозависимость между стадиями процессов обращения перед захоронением и захоронения в рамках национальной системы обращения с отходами.

1.2. Принципы, регулирующие безопасность обращения с радиоактивными отходами, изложены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SF-1 «Основопологающие принципы безопасности» [1], а подлежащие выполнению требования установлены в следующих публикациях категории Требований безопасности МАГАТЭ: Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 1 (Rev. 1), «Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности» [2], GSR Part 3, «Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности» [3] и GSR Part 5, «Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением» [4]. Аналогичные аспекты безопасности и ожидания в отношении образцовой практики сформулированы в

международно-правовых документах, таких как Объединенная конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами (Объединенная конвенция) [5].

1.3. В публикации GSR Part 5 [4] изложены требования к безопасному обращению с радиоактивными отходами перед захоронением. Эти требования вытекают из принципов безопасности, изложенных в публикации SF-1 [1], и включают требования в отношении защиты здоровья человека и охраны окружающей среды и связанные с ними обязанности. Рекомендации по выполнению этих требований приведены в настоящем руководстве по безопасности и в нескольких связанных с ним руководствах по безопасности.

1.4. Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением как термин, используемый в публикации GSR Part 5 [4], охватывает все стадии обращения с радиоактивными отходами — от образования до (но не включая) захоронения, включая переработку отходов (предварительную обработку, обработку и кондиционирование), хранение и перевозку.

1.5. Эти стадии включают:

- предварительную обработку, которая может включать анализ и определение характеристик отходов, сбор отходов, сортировку отходов, корректировку их химического состава и дезактивацию;
- обработку, которая может включать уменьшение объема, удаление радионуклидов и изменение состава отходов;
- кондиционирование, включающее операции перевода радиоактивных отходов в форму, пригодную для проведения последующих работ, таких как манипулирование, перевозка, хранение и захоронение; кондиционирование может включать иммобилизацию отходов, помещение отходов в контейнеры и снабжение дополнительной упаковкой;
- хранение, означающее временное размещение радиоактивных отходов на установке, на которой обеспечены соответствующая изоляция и дозиметрический контроль; хранение является промежуточной деятельностью, выполняемой с целью последующего извлечения отходов для освобождения от регулирующего контроля, для разрешенного использования (например, после периода распада), для переработки и/или для захоронения или, в случае эффлюентов, для разрешенного сброса.

1.6. Образование радиоактивных отходов невозможно предотвратить полностью, но следует удерживать его на минимально практически достижимом уровне («минимизация отходов») (Требование 8, публикация GSR Part 5 [4]). Минимизация отходов должна быть обязательным элементом стратегии обращения с радиоактивными отходами. Минимизация отходов связана с видом, объемом и радиоактивностью отходов. Меры по предотвращению или минимизации образования радиоактивных отходов должны предусматриваться в самом начале при проектировании установок и при планировании видов деятельности, в ходе которых могут образовываться радиоактивные отходы [4]. Тем самым признается, что надлежащее планирование деятельности, в результате которой образуются радиоактивные отходы, имеет ключевое значение для минимизации образующихся количеств отходов.

1.7. В публикации GSR Part 1 (Rev. 1) [2] содержится требование о том, чтобы правительство предусматривало безопасное обращение с радиоактивными отходами установок и деятельности и захоронения этих отходов. Такие положения следует включать в качестве существенных элементов в государственную политику и соответствующие стратегии в течение всего срока эксплуатации установок и продолжительности деятельности. Кроме того, правительство обязано также обеспечивать преемственность ответственности между сменяющимися друг друга уполномоченными сторонами.

1.8. В некоторых случаях (например, в случае газообразных выбросов) решение по обращению с отходами перед захоронением должно быть найдено путем оптимизации противоречивых требований, например, путем обеспечения сбалансированности между облучением работников и/или лиц из населения, краткосрочными и долгосрочными последствиями риска различных стратегий обращения с отходами, существующими технологическими вариантами и затратами [4].

1.9. «Если установка для захоронения отсутствует, то в целях выбора самого оптимального типа предварительной обработки, обработки и кондиционирования радиоактивных отходов должны быть сформулированы предположения в отношении вероятного варианта захоронения», включая вероятные критерии приемлемости отходов (публикация GSR Part 5 [4], пункт 1.8). В случаях, когда отходы должны храниться в течение длительного времени, следует исходить из консервативных предположений в отношении, например, сроков, в течение которых появится установка для захоронения, и, таким образом, в отношении поведения и стабильности

отходов в течение предполагаемого периода хранения. Все сделанные предположения, влияющие на выбор вариантов обращения с отходами перед захоронением, следует надлежащим образом обосновывать. «Необходимо учитывать взаимозависимости и возможные несоответствия между оперативными требованиями каждой из различных стадий обращения с отходами, обеспечивая при этом удержание и хранение отходов в пассивном безопасном состоянии. При достижении сбалансированности между выбором варианта и сохранением гибкости следует обеспечить отсутствие противоречащих друг другу оперативных требований, которые могли бы привести к снижению безопасности» (публикация GSR Part 5 [4], пункт 1.8).

## ЦЕЛЬ

1.10. Цель настоящего руководства по безопасности состоит в том, чтобы предоставить эксплуатирующим организациям<sup>1</sup>, в которых образуются радиоактивные отходы и производится обращение с ними, а также регулирующим органам и государственным органам рекомендации относительно того, как выполнять требования к обращению с радиоактивными отходами, образующимися на атомных электростанциях и исследовательских реакторах (включая материал из подкритических или критических сборок, заявленный в качестве отходов), перед их захоронением.

1.11. Настоящее руководство по безопасности содержит рекомендации и руководящие материалы относительно того, как выполнять требования, изложенные в публикации GSR Part 5 [4], а также в публикации GSR Part 1 (Rev. 1) [2] и публикации GSR Part 3 [3], и в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GS-R-3, «Система управления для установок и деятельности» [6].

---

<sup>1</sup> К эксплуатирующим организациям относятся объекты, на которых образуются радиоактивные отходы, организации, выполняющие работы по выводу из эксплуатации, и операторы установок для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением [4].

1.12. Настоящее руководство по безопасности заменяет публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.5 «Обращение с радиоактивными отходами низкой и средней активности перед их захоронением»<sup>2</sup>; и № WS-G-2.6 «Обращение с радиоактивными отходами высокой активности перед их захоронением»<sup>3</sup>, выпущенные в 2005 году.

1.13. Руководящие материалы по обращению с радиоактивными отходами установок ядерного топливного цикла перед захоронением приведены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-41 «Predisposal Management of Radioactive Waste from Nuclear Fuel Cycle Facilities» («Обращение с радиоактивными отходами установок ядерного топливного цикла перед захоронением») [7].

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.14. Настоящее руководство по безопасности содержит руководящие материалы по обращению со всеми видами радиоактивных отходов, образующихся на атомных электростанциях и исследовательских реакторах (включая подкритические и критические сборки), перед их захоронением. Оно охватывает все этапы срока эксплуатации установки для обращения с отходами, включая выбор площадки, проектирование, строительство, ввод в эксплуатацию, эксплуатацию, останов и вывод из эксплуатации. Оно охватывает все стадии обращения с радиоактивными отходами после их образования и до (но не включая) захоронения, в том числе их переработку (предварительную обработку, обработку и кондиционирование), хранение и перевозку. Оно охватывает радиоактивные отходы, образующиеся при нормальной эксплуатации и в аварийных условиях. Рекомендации настоящего руководства по безопасности применимы к образованию радиоактивных отходов на атомных электростанциях и исследовательских реакторах и обращению с ними перед захоронением; эксплуатация атомных электростанций и исследовательских реакторов в настоящем руководстве по безопасности не рассматривается. Схема классификации радиоактивных

---

<sup>2</sup> МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, «Обращение с радиоактивными отходами низкой и средней активности перед их захоронением», Серия норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.5, МАГАТЭ, Вена (2005).

<sup>3</sup> МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, «Обращение с радиоактивными отходами высокой активности перед их захоронением», Серия норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.6, МАГАТЭ, Вена (2005).

отходов и рекомендации относительно ее применения к различным видам радиоактивных отходов приведены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSG-1 «Классификация радиоактивных отходов» [8].

1.15. В настоящем руководстве по безопасности не ставится цель рассмотреть обращение с отработавшим ядерным топливом, пока оно остается частью деятельности по эксплуатации атомной электростанции или исследовательского реактора. Обращение с отработавшим ядерным топливом на установках, совмещенных с атомной электростанцией или исследовательским реактором, рассматривается в публикациях Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-15 «Storage of Spent Nuclear Fuel» («Хранение отработавшего ядерного топлива») [9], № NS-G-1.4 «Проектирование систем для обращения с топливом и его хранения на атомных электростанциях» [10] и № NS-G-4.3 «Core Management and Fuel Handling for Research Reactors» («Управление активной зоной и обращение с топливом исследовательских реакторов») [11].

1.16. Хотя хранение и перевозка включены в определение обращения с радиоактивными отходами перед захоронением, они не рассматриваются подробно в настоящем руководстве по безопасности. Рекомендации по хранению радиоактивных отходов приведены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-6.1 «Хранение радиоактивных отходов» [12]. На перевозку радиоактивных отходов распространяются требования публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSR-6 «Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов», издание 2012 года [13].

1.17. Хотя в настоящем руководстве по безопасности нерадиологические опасности или вопросы обычной промышленной охраны труда и техники безопасности конкретно не рассматриваются, эти вопросы также должны учитываться национальными компетентными органами, как сами по себе, так и с точки зрения их возможного влияния на радиологические последствия [4].

1.18. Настоящее руководство по безопасности не содержит рекомендаций по физической ядерной безопасности ядерного материала, ядерных установок или радиоактивного материала. Основы, рекомендации и руководящие материалы по физической ядерной безопасности на ядерных установках и для радиоактивного материала приведены в публикациях [14–16] и в других публикациях Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности.



## СТРУКТУРА

1.19. В разделе 2 настоящего руководства по безопасности изложены рекомендации по защите здоровья человека и охране окружающей среды. В разделе 3 рассматриваются функции и обязанности правительства, регулирующего органа и эксплуатирующей организации. Раздел 4 содержит рекомендации по комплексному подходу к безопасности. В разделе 5 приведены рекомендации по разработке обоснования безопасности и вспомогательной оценке безопасности, тогда как в разделе 6 изложены общие соображения безопасности в течение всего срока эксплуатации установки для обращения с отходами. Включены три дополнения, в которых изложены примеры, относящиеся к обращению с отходами атомных электростанций и исследовательских реакторов перед захоронением. В трех приложениях приводятся примеры систем обращения с отходами на реакторах различных типов.

## **2. ЗАЩИТА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

### ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

2.1. Цель безопасности и основополагающие принципы безопасности, изложенные в публикации SF-1 [1], относятся ко всем установкам и видам деятельности, где образуются, перерабатываются или хранятся радиоактивные отходы, на протяжении всего срока эксплуатации установок, включая их планирование, выбор площадки, проектирование, строительство, ввод в эксплуатацию, эксплуатацию, останов и вывод из эксплуатации. Это включает соответствующую перевозку радиоактивных отходов.

2.2. В публикациях GSR Part 5 [4] и GS-R-3 [6] изложены требования к системе менеджмента, которая объединяет, в числе прочего, все элементы управления, включая элементы безопасности, охраны здоровья, защиты окружающей среды, физической ядерной безопасности, качества, и экономические элементы таким образом, чтобы учитывались последствия всех действий для безопасности в целом и не наносился ущерб безопасности. Ключевым компонентом такой системы является организация устойчивой культуры безопасности.

2.3. При контроле радиологических и нерадиологических опасностей, связанных с радиоактивными отходами, следует также учитывать следующие аспекты: вопросы обычной охраны труда и техники безопасности, влияние на окружающую среду, радиационные риски, которые могут выходить за пределы государственных границ, и потенциальное воздействие и нагрузки на будущие поколения [1].

## РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

2.4. Три общих принципа радиационной защиты, касающиеся обоснования, оптимизации защиты и применения предельных доз, сформулированы в принципах безопасности 4, 5, 6 и 10 в публикации SF-1 [1], а соответствующие требования изложены в публикации GSR Part 3 [3].

2.5. Требования к радиационной защите должны быть установлены на государственном уровне с надлежащим соблюдением положений публикации GSR Part 3 [3]. В частности, в публикации GSR Part 3 [3] требуется, чтобы радиационная защита любых лиц, подвергающихся облучению в результате деятельности, была оптимизирована с надлежащим учетом дозовых ограничений, и требуется, чтобы облучение отдельных лиц не превышало установленные дозовые пределы.

2.6. В национальных регулирующих положениях будут предписываться дозовые пределы облучения работников и лиц из числа населения в нормальных условиях. Признанные на международном уровне значения этих пределов содержатся в приложении III публикации GSR Part 3 [3]. Помимо обеспечения защиты от облучения в ходе нормальной эксплуатации необходимо принимать меры с целью предотвращения и ограничения вероятности и величины облучения в ходе ожидаемых при эксплуатации событий и в аварийных условиях. Требования в отношении предотвращения и ограничения вероятности и величины облучения в ходе ожидаемых при эксплуатации событий и в аварийных условиях также изложены в публикации GSR Part 3 [3]. Они включают в себя административные и технические требования, направленные на предотвращение возникновения аварий, и положения по смягчению последствий в случае их возникновения.

2.7. При выборе вариантов обращения с радиоактивными отходами перед захоронением следует принимать во внимание как краткосрочное, так и долгосрочное радиологическое воздействие на работников и лиц из числа населения [1, 17, 18].

2.8. Управление дозами и рисками, связанными с перевозкой радиоактивных отходов, должно осуществляться в соответствии с требованиями, изложенными в публикации SSR-6 [13].

## ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

2.9. Требования в отношении охраны окружающей среды, связанные с обращением с радиоактивными отходами перед захоронением, должны устанавливаться соответствующими национальными регулирующими органами с учетом всех потенциальных экологических последствий, которые с разумным основанием можно ожидать [1, 3].

2.10. В соответствии с пунктом 2.1 публикации SF-1 [1], для достижения основополагающей цели безопасности, состоящей в защите людей и охране окружающей среды от вредных последствий, связанных с воздействием ионизирующего излучения,

«должны приниматься следующие меры:

- a) обеспечение контроля за радиационным облучением людей и выбросом радиоактивного материала в окружающую среду;
- b) ограничение вероятности событий, которые могут привести к утрате контроля за... источником (источниками) излучения;
- c) смягчение последствий таких событий в случае, если они будут иметь место».

2.11. Эксплуатирующая организация обязана в области обращения с радиоактивными отходами принимать меры по предотвращению или оптимизации образования радиоактивных отходов, включая учет требований, связанных с захоронением, с целью минимизации общего воздействия на окружающую среду. Это включает в себя обеспечение того, что газообразные и жидкие радиоактивные выбросы в окружающую среду соответствуют разрешенным пределам, и уменьшение доз для населения и последствий для окружающей среды до настолько низких уровней, насколько это разумно достижимо (оптимизация защиты) [19–21].

2.12. Освобождение от контроля (выведение радиоактивного материала в разрешенной практической деятельности из-под какого-либо дальнейшего регулирующего контроля) и контроль выбросов (плановых и контролируемых выбросов газообразного или жидкого радиоактивного материала в

окружающую среду) рассматриваются соответственно в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № RS-G-1.7 «Применение концепций исключения, изъятия и освобождения от контроля» [22], публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.3 «Регулирующий контроль радиоактивных сбросов в окружающую среду» [23] и публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № NS-G-3.2 «Рас рассеяние радиоактивных материалов в воздухе и воде и учет распределения населения при оценке площадки для атомных электростанций» [24].

### **3. ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ**

#### **ПРАВОВАЯ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ОСНОВА**

**Требование 1 публикации GSR Part 5 [4]: правовая и регулирующая основа**

«Правительство обеспечивает надлежащую национальную правовую и регулирующую основу, в рамках которой можно планировать и безопасно осуществлять деятельность по обращению с радиоактивными отходами. Это включает четкое и недвусмысленное распределение обязанностей, обеспечение финансовых и других ресурсов и обеспечение независимых регулирующих функций. В надлежащих случаях и при необходимости, когда воздействию могут быть подвергнуты соседние государства, защита обеспечивается также и за пределами национальных границ».

**Требование 2 публикации GSR Part 5 [4]: национальная политика и стратегия обращения с радиоактивными отходами**

«Для гарантирования эффективного обращения с радиоактивными отходами и контроля за ними правительство обеспечивает разработку национальной политики и стратегии обращения с радиоактивными отходами. Эти политика и стратегия соответствуют характеру и объему радиоактивных отходов в этом государстве, в них указывается требуемый регулирующий контроль и учитываются соответствующие социальные факторы. Политика и стратегия соответствуют

**основополагающим принципам безопасности и международным документам, конвенциям и кодексам, ратифицированным этим государством. Национальная политика и стратегия образуют основу для принятия решений в отношении обращения с радиоактивными отходами».**

3.1. Правительство несет ответственность за обеспечение разработки национальной политики и стратегии обращения с радиоактивными отходами [1, 2]. Политика и стратегия, а также правовая основа должны охватывать все виды и объемы радиоактивных отходов, образующихся в государстве, все установки для переработки и хранения отходов, расположенные в государстве, и все отходы, импортируемые в государство или экспортируемые из него, с надлежащим учетом взаимозависимостей между различными стадиями обращения с радиоактивными отходами, требуемых периодов времени и имеющихся вариантов долгосрочного обращения с ними (включая захоронение).

3.2. Обращение с радиоактивными отходами следует осуществлять в рамках надлежащей национальной правовой и регулирующей основы, обеспечивающей четкое распределение функций и обязанностей, а также эффективный регулирующий контроль соответствующих установок и деятельности [1, 2]. В рамках правовой основы следует предусматривать меры по обеспечению соблюдения других соответствующих международно-правовых документов, таких как Объединенная конвенция [5], Конвенция о ядерной безопасности [25], Кодекс поведения по безопасности исследовательских реакторов [26], Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников [27], Конвенция о помощи в случае ядерной аварии [28] и Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации [29].

3.3. Если за реализацию национальной политики и стратегии отвечают несколько государственных органов, следует создать эффективные механизмы для обеспечения четкого определения и координации обязанностей и функций каждого органа во избежание любых упущений или ненужного дублирования. Это следует организовывать таким образом, чтобы добиваться согласованности и обеспечивать необходимую обратную связь и обмен информацией.

3.4. Что касается обращения с радиоактивными отходами перед захоронением, то в случаях раздельного регулирования аспектов ядерной безопасности, охраны окружающей среды, промышленной безопасности

и гигиены труда в регулирующей основе следует признавать, что на безопасность в целом влияют взаимозависимости между аспектами радиологической, промышленной, химической и токсической опасности. Это следует учитывать в регулирующей основе, с тем чтобы она обеспечивала эффективный контроль.

3.5. В рамках правовой основы следует обеспечивать, чтобы строительство установок для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением рядом с существующей установкой, способное повлиять на безопасность любой из установок, отслеживалось и контролировалось посредством требований к планированию или иных юридических документов.

3.6. При обращении с радиоактивными отходами может потребоваться передача отходов из одной эксплуатирующей организации в другую или из одного государства в другое. Такие передачи создают взаимозависимости в юридической ответственности, а также физические взаимозависимости на различных стадиях обращения с радиоактивными отходами. В правовую основу следует включать положения для обеспечения четкого распределения ответственности за безопасность во всем процессе обращения с отходами (включая положения о регулирующем контроле и санкционировании), в частности, в отношении долгосрочного хранения радиоактивных отходов и в отношении их передачи между эксплуатирующими организациями.

3.7. Правительство несет ответственность за создание регулирующего органа, независимого от владельца радиоактивных отходов и эксплуатирующей организации, осуществляющей обращение с радиоактивными отходами, и обладающего надлежащими полномочиями, властью, кадровыми и финансовыми ресурсами для выполнения возложенных на него обязанностей [2, 4].

3.8. Ответственность за безопасность следует обеспечивать посредством системы официальных разрешений, установленной регулирующим органом. Для осуществления передач радиоактивных отходов между двумя государствами требуются официальные разрешения от соответствующих национальных регулирующих органов обоих государств [2, 4].

3.9. Следует создать механизм предоставления надлежащих финансовых ресурсов для покрытия будущих затрат, в частности, затрат, связанных с выводом из эксплуатации атомной электростанции или исследовательского реактора и связанных с ней(ним) установок для обращения с отходами, а также затрат на долгосрочное обращение с радиоактивными отходами

(включая их хранение и захоронение) [4, 30]. Организационные и финансовые мероприятия следует обновлять на каждом этапе лицензирования. Следует также рассмотреть использование этих финансовых ресурсов в случае внезапного останова реактора или внепланового направления отходов в пункт захоронения.

3.10. В целях облегчения разработки национальной политики и стратегии правительству следует создать национальный реестр радиоактивных отходов (как имеющихся, так и ожидаемых отходов, включая отходы, образование которых ожидается при выводе из эксплуатации и демонтаже установок) и регулярно обновлять его. Этот реестр должен охватывать различные классы отходов, определенные в публикации GSG-1 [8] или в национальной схеме классификации отходов. При разработке национальной политики и стратегии следует учитывать долгосрочное обращение отходами, включая их захоронение, как с технической точки зрения, так и с точки зрения обеспечения достаточных людских и финансовых ресурсов.

3.11. Следует иметь в наличии достаточные производственные мощности для переработки всех образующихся отходов, а емкость хранилищ должна быть достаточной для того, чтобы компенсировать неопределенности эксплуатационной готовности установок для переработки и захоронения отходов. При оценке достаточности производственных мощностей следует учитывать неопределенности в процессах, надежности и эксплуатационной готовности систем и возможную потребность в резервировании.

3.12. Правительству следует консультировать заинтересованные стороны (т.е. стороны, занятые в деятельности по обращению с радиоактивными отходами или затрагиваемые ею) по вопросам, связанным с разработкой национальной политики и стратегий, которые влияют на обращение с радиоактивными отходами, и следует надлежащим образом учитывать опасения общественности при принятии решений [2].

## ОБЯЗАННОСТИ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ОРГАНА

### **Требование 3 публикации GSR Part 5 [4]: обязанности регулирующего органа**

**«Регулирующий орган устанавливает требования применительно к разработке установок для обращения с радиоактивными отходами и видов деятельности и вводит процедуры соблюдения**

**требований на различных стадиях процесса лицензирования. Регулирующий орган рассматривает и оценивает обоснование безопасности<sup>3</sup> и оценку воздействия на окружающую среду установок и деятельности по обращению с радиоактивными отходами по мере их подготовки оператором как до выдачи официальных разрешений, так и периодически во время эксплуатации. Регулирующий орган осуществляет выдачу, изменение, приостановку или отмену лицензий с учетом любых необходимых условий. Регулирующий орган осуществляет деятельность по проверке выполнения оператором этих условий. По мере необходимости регулирующий орган применяет санкции в случае отступлений от требований и условий или их несоблюдения.**

---

<sup>3</sup> Обоснование безопасности представляет собой совокупность аргументов и доказательств в поддержку безопасности установки или деятельности. Обоснование безопасности будет, как правило, включать выводы, сделанные в результате оценки безопасности, и, как правило, будет включать информацию (в том числе подтверждающие данные и аргументацию) относительно устойчивости и надежности оценки безопасности и сделанных в ней допущений».

3.13. В число основных обязанностей регулирующего органа, связанных с безопасным обращением с радиоактивными отходами, входит разработка регулирующих требований, процедур лицензирования, механизмов проверки и обеспечения соблюдения, а также руководящих материалов, которым должны следовать лицензиаты. Обязанности регулирующего органа могут также включать содействие созданию технической основы и исходных данных для разработки политики, принципов безопасности и связанных с ними критериев и установление требований или условий, служащих основой для регулирующих решений. Регулирующему органу следует также предоставлять конкретные руководящие материалы о том, как выполнять требования по безопасному обращению с радиоактивными отходами.

3.14. При определении объема и уровня детализации рассмотрения регулирующим органом лицензионной документации (обоснования безопасности<sup>4</sup>) для обращения с радиоактивными отходами атомных

---

<sup>4</sup> Обоснование безопасности может называться по-разному (например, доклад по безопасности, досье безопасности, файл безопасности) в разных государствах и может представляться в виде единого документа или в виде серии документов (см. раздел 5).



электростанций и исследовательских реакторов перед захоронением следует применять дифференцированный подход, соответствующий значимости для безопасности, сложности и отработанности установки или деятельности, а также характеристикам отходов с учетом этапа срока эксплуатации установки для обращения с отходами. На каждом этапе срока эксплуатации установки для обращения с отходами (включая вывод из эксплуатации) эксплуатирующей организации следует анализировать и периодически обновлять обоснование безопасности и вспомогательную оценку безопасности с последующим рассмотрением регулирующим органом.

3.15. Общие рекомендации по инспекциям для целей регулирования и санкциям регулирующего органа в отношении установок для обращения с радиоактивными отходами приведены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-1.3 «Инспекции для целей регулирования ядерных установок и санкции регулирующего органа» [31]. Регулирующему органу следует периодически проводить проверку того, что эксплуатация установки для обращения с радиоактивными отходами соответствует национальным требованиям и условиям лицензии установки, включая требования, касающиеся ведения документации по материальным запасам и передачам материалов; требования к переработке, хранению, техническому обслуживанию, инспекциям, испытаниям и наблюдению; эксплуатационные пределы и условия; требования к модификациям установки; и требования, касающиеся аварийной готовности и реагирования. Такая проверка может осуществляться, например, посредством регулярных инспекций установки для обращения с радиоактивными отходами и аудитов эксплуатирующей организации. Регулирующему органу следует проводить проверку того, что необходимые записи подготавливаются и хранятся в течение соответствующего периода времени. Рекомендуемый перечень документации включен в публикацию Серии норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-1.4 «Документация, предназначенная для использования при регулировании ядерных установок» [32].

3.16. Регулирующему органу следует разработать процесс информирования заинтересованных сторон об аспектах безопасности (включая аспекты здравоохранения и охраны окружающей среды) установки для обращения с радиоактивными отходами и о процессах регулирования и при необходимости следует консультировать эти стороны открытым и исчерпывающим образом. Следует учитывать необходимость конфиденциальности, например, для целей обеспечения физической ядерной безопасности.

3.17. Регулирующему органу следует разработать и разъяснить оператору стратегию лицензирования, которая должна применяться на каждой установке для обращения с отходами (в соответствии с национальной правовой и государственной основой), например:

- a) лицензия выдается на неопределенный период времени (например, весь срок эксплуатации установки для обращения с отходами перед захоронением), охватывая образование и обработку отходов и/или систему и/или установку для хранения и распространяясь на весь предполагаемый период эксплуатации установки, на которой образуются отходы, включая периодическое рассмотрение обоснования безопасности и оценок безопасности (см. раздел 5); или
- b) лицензия выдается на определенный период времени или на определенный этап срока эксплуатации установки для обращения с отходами перед захоронением с возможностью ее продления по истечении срока действия или до его истечения; или
- c) лицензия выдается для определенной деятельности или условия, например, на длительное хранение радиоактивных отходов после окончательного останова и вывода из эксплуатации атомной электростанции или исследовательского реактора.

3.18. Если в состав регулирующего органа входят несколько компетентных органов, следует внедрить эффективные механизмы посредством разработки четких протоколов связи и рабочих протоколов для обеспечения точного определения, согласования и эффективного координирования обязанностей и функций в сфере регулирования. В протоколах связи и рабочих протоколах следует четко определять обязанности и функции каждого компетентного органа, следует формулировать цели и действия или соглашения, и их следует периодически рассматривать, чтобы не допустить никаких упущений или ненужного дублирования, а также избежать противоречивых требований, предъявляемых эксплуатирующей организации (Требование 7, публикация GSR Part 1 (Rev. 1) [2]).

## ОБЯЗАННОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

### **Требование 4 публикации GSR Part 5 [4]: обязанности оператора**

**«На операторов возлагается ответственность за безопасность установок или деятельности по обращению с радиоактивными отходами перед захоронением. Оператор выполняет оценки**

**безопасности и разрабатывает обоснование безопасности, а также обеспечивает, чтобы вся необходимая деятельность по выбору площадки, проектированию, строительству, вводу в эксплуатацию, эксплуатации, останову и снятию с эксплуатации велась в соответствии с юридическими и регулируемыми требованиями».**

3.19. Эксплуатирующая организация несет ответственность за безопасность всех осуществляемых на ее установках работ, связанных с обращением с радиоактивными отходами (включая работы, осуществляемые подрядчиками) в соответствии с принципами, изложенными в публикации SF-1 [1]. Эксплуатирующая организация несет ответственность за демонстрацию безопасности посредством обоснования безопасности и периодических рассмотрений вопросов безопасности и ответственность за обеспечение осуществления деятельности в соответствии с обоснованием безопасности и с национальными юридическими и регулируемыми требованиями. Эксплуатирующая организация несет ответственность за разработку и реализацию системы менеджмента, включая связанные с ней программы и процедуры, необходимые для обеспечения безопасности. Эксплуатирующая организация обязана поддерживать прочную культуру безопасности, принимать меры по периодическому рассмотрению и оценке своей культуры безопасности, а также внедрять и применять необходимые принципы и процессы для укрепления культуры безопасности [6].

3.20. В некоторых случаях владельцем радиоактивных отходов может быть эксплуатирующая организация, тогда как в других случаях владельцем может быть отдельная организация или действующий энергоблок. Если владелец и эксплуатирующая организация являются отдельными лицами, следует четко определять, согласовывать и документировать взаимодействие между обязанностями владельца и обязанностями эксплуатирующей организации. Следует четко оговаривать право собственности на отходы. Информацию о любом изменении права собственности на радиоактивные отходы или взаимоотношений между владельцем и эксплуатирующей организацией установки для обращения с отходами следует предоставлять регулирующему органу и, при необходимости, государственным органам. Например, эксплуатирующей организации атомной электростанции, которая не несет полной ответственности за все аспекты обращения с отходами перед захоронением, следует сотрудничать с регулирующим органом эксплуатирующей организации установки для обращения с отходами и согласовывать свой подход с его подходом (в необходимых

случаях), с тем чтобы обеспечивать надлежащее планирование и безопасное осуществление обращения с радиоактивными отходами, образующимися на этой станции.

3.21. Обязанности эксплуатирующей организации установки для обращения с радиоактивными отходами, как правило, включают следующее:

- a) подачу заявки в регулирующий орган, включая предоставление приемлемого обоснования безопасности, с целью получения разрешения регулирующего органа для установки или деятельности по обращению с радиоактивными отходами;
- b) проведение надлежащих оценок радиологического воздействия и оценок нерадиологического воздействия на окружающую среду в поддержку заявки на выдачу лицензии и проведение периодических рассмотрений безопасности;
- c) разработку эксплуатационных пределов и условий и мер контроля, включая критерии приемлемости отходов установки для обращения с отходами, согласующиеся с обоснованием безопасности, для утверждения регулирующим органом;
- d) осуществление всех видов деятельности в соответствии с требованиями обоснования безопасности, условиями лицензии и применимыми регулирующими положениями;
- e) разработку и применение процедур получения, хранения и переработки радиоактивных отходов;
- f) планирование возможного длительного хранения радиоактивных отходов после вывода из эксплуатации атомной электростанции или исследовательского реактора;
- g) обеспечение достаточности информации, документируемой на конкретной стадии процесса обращения с отходами, с целью демонстрации соблюдения критериев приемлемости отходов на следующей стадии (например, обоснование безопасности захоронения отходов);
- h) управление информацией, необходимой либо в поддержку любого последующего захоронения и/или хранения радиоактивных отходов, либо в поддержку вывода из эксплуатации этой установки для обращения с отходами, особенно в тех случаях, когда такой вывод из эксплуатации может произойти спустя много десятилетий после прекращения эксплуатации;
- i) предоставление периодических отчетов согласно требованиям регулирующего органа (например, информации о фактическом инвентарном количестве радиоактивных отходов, о любых

передачах радиоактивных отходов на установку и с установки, включая материал, освобожденный от регулирующего контроля, и о любых происходящих на установке событиях, о которых должна предоставляться отчетность регулирующему органу), а также обмен информацией с соответствующими заинтересованными сторонами и общественностью;

- j) разработку и реализацию мер, которые будут удерживать образование радиоактивных отходов с точки зрения их объема и содержания радиоактивности, на минимальном практически достижимом уровне;
- к) обеспечение переработки радиоактивных отходов таким образом, чтобы соблюдались критерии приемлемости для хранения и захоронения, а также требования к перевозке. В ситуациях, когда критериев приемлемости для захоронения еще не имеется, обеспечение того, что обращение с радиоактивными отходами базируется на разумных допущениях для предполагаемого варианта захоронения, включая меры по характеристике отходов с целью получения данных для будущих решений по захоронению и обеспечение условий для перемещения радиоактивных отходов на хранение и/или захоронение;
- л) обеспечение надлежащего обращения с высокоактивными отходами, включая отработавшее топливо, заявленное как радиоактивные отходы, с учетом их высокой радиоактивности, тепловыделения и риска возникновения критичности [33]. В дополнении I приведен перечень типичных свойств и характеристик, которые следует учитывать для упаковок отходов и отработавшего ядерного топлива, заявленного как отходы;
- м) надлежащее рассмотрение и принятие решений в следующих случаях:
  - i) обращение с отходами в отсутствие варианта захоронения;
  - ii) обращение с отходами, которые следует хранить в течение длительного времени перед их захоронением;
  - iii) обращение с отходами в случае хранения с целью радиоактивного распада, предназначенного для освобождения отходов от регулирующего контроля или изменения классификации отходов.

3.22. Эксплуатирующая организация несет ответственность за разработку общей стратегии обращения с отходами, согласующейся с национальной политикой обращения с отходами. Эксплуатирующей организации следует разработать программу обращения с отходами, согласующуюся с общей стратегией обращения с отходами, которая учитывает особенности установки и согласуется с другими соответствующими программами на площадке (например, в случае площадок с несколькими установками). В программе обращения с отходами:

- a) следует реализовывать национальную политику и стратегию обращения с отходами, насколько это применимо;
- b) следует учитывать связи между источниками радиоактивных отходов и окончательным сбросом, захоронением или последующим удалением отходов с этой установки;
- c) следует учитывать изложенную ниже иерархию стратегических вариантов обращения с радиоактивными отходами перед захоронением:
  - 1) сведение образования радиоактивных отходов к практически достижимому минимуму с точки зрения их вида, радиоактивности и объема путем использования соответствующих технологий;
  - 2) повторное использование и повторная переработка материалов;
  - 3) переработка радиоактивных отходов с целью обеспечения их безопасного хранения и захоронения.

Более подробные руководящие материалы по программам обращения с отходами для конкретных установок приведены в дополнении II.

3.23. На этапе проектирования эксплуатирующей организации следует подготовить первоначальный план вывода из эксплуатации и обновлять его по мере необходимости и в соответствии с требованиями [30]. В окончательном плане вывода из эксплуатации следует предусматривать возможное долгосрочное хранение и захоронение радиоактивных отходов после окончательного останова установки<sup>5</sup>. В случае новых установок следует включать в проект элементы, облегчающие вывод из эксплуатации; такие элементы следует включать в начальный план вывода из эксплуатации вместе с информацией о мероприятиях по обеспечению наличия необходимых финансовых ресурсов.

3.24. Для существующих установок без плана вывода из эксплуатации эксплуатирующая организация обязана в кратчайшие сроки подготовить такой план. План вывода из эксплуатации рассматривается и обновляется на каждом этапе и периодически в течение всего срока эксплуатации

---

<sup>5</sup> Термин «окончательный останов», используемый в настоящем руководстве по безопасности, означает, что эксплуатация реактора прекращена и не будет возобновляться, т.е. он больше не будет использоваться по своему назначению. Окончательный останов отличается от планового останова (например, для замены топлива, технического обслуживания, инспекций или модификации) или внепланового останова (например, при аварийной остановке реактора).

установки. Требования к выводу из эксплуатации изложены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 6 «Вывод из эксплуатации установок» [30], а рекомендации содержатся в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.1 «Снятие с эксплуатации блоков атомных электростанций и исследовательских реакторов» [34].

3.25. Эксплуатирующей организации следует разрабатывать требования к обучению и квалификации своего персонала и подрядчиков, включая начальное обучение и периодическую переподготовку. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать, чтобы все соответствующие сотрудники понимали характер радиоактивных отходов, с которыми производится обращение, цели процессов обращения с радиоактивными отходами, обоснование безопасности, потенциальные опасности, связанные с отходами, и соответствующие эксплуатационные процедуры и процедуры безопасности в объеме, требуемом их должностными обязанностями. Руководящий персонал должен обладать компетенцией для осуществления своей деятельности и поэтому следует проводить его отбор, обучение, аттестацию и наделение полномочиями для этой цели. Для надзора за выполнением требований радиационной защиты следует назначать обученных и квалифицированных сотрудников по радиационной защите.

3.26. Эксплуатирующей организации следует проводить предэксплуатационные испытания и пусконаладочные испытания для демонстрации соблюдения на установке для обращения с радиоактивными отходами и в ходе ее деятельности требований обоснования безопасности и вспомогательной оценки безопасности и требований безопасности, установленных регулирующим органом. Следует подготовить и представить в регулирующий орган для рассмотрения и утверждения отчет, в котором кратко излагаются результаты предэксплуатационных и пусконаладочных испытаний до ввода радиоактивного материала (т.е. неактивного ввода в эксплуатацию или «холодной переработки»).

3.27. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать, чтобы освобождение радиоактивного материала в разрешенной практической деятельности от дальнейшего регулирующего контроля и контроль за выбросами радиоактивного материала и других потенциально опасных материалов в окружающую среду осуществлялись в соответствии с условиями лицензии или официального разрешения, и следует ограничивать загрязнение и профессиональное облучение на площадке с учетом необходимости оптимизации защиты и безопасности.

3.28. Следует вести учетную документацию по выбросам, освобождению радиоактивного материала от регулирующего контроля, повторному использованию или рециклированию материалов и доставке радиоактивных отходов на имеющую официальное разрешение установку для захоронения или их передаче на другие установки. Такую документацию следует сохранять до полного вывода установки из эксплуатации либо в течение периода времени после вывода из эксплуатации, согласованного с регулирующим органом.

3.29. Эксплуатирующей организации следует разработать и вести систему учетной документации по образованию, переработке, хранению и передаче радиоактивных отходов (например, для дальнейшей переработки, хранения или захоронения), которая должна охватывать, наряду с прочими аспектами, инвентарное количество радиоактивных материалов, местонахождение и характеристики радиоактивных отходов, а также информацию об их принадлежности, происхождении и месте передачи [35]. Такую документацию следует сохранять и обновлять, с тем чтобы обеспечить реализацию программы обращения с радиоактивными отходами на конкретной установке. Эксплуатирующей организации следует управлять работой системы учетной документации в соответствии с регулирующими требованиями.

3.30. Эксплуатирующей организации следует подготавливать планы и реализовывать программы дозиметрического контроля персонала, дозиметрического контроля территории и дозиметрического контроля окружающей среды. Следует периодически проводить оценку таких программ.

3.31. Эксплуатирующей организации следует разработать процесс официального разрешения модификаций, включающий оценку модификаций установки и деятельности по обращению с радиоактивными отходами, эксплуатационных пределов и условий и перерабатываемых или хранящихся радиоактивных отходов. При оценке следует использовать дифференцированный подход, соответствующий значимости модификаций для безопасности. При оценке потенциальных последствий таких модификаций следует также учитывать потенциальные последствия для безопасности других установок и для последующего хранения, дальнейшей переработки или захоронения радиоактивных отходов.



3.32. Как указано в публикации GSR Part 5 [4], эксплуатирующая организация должна иметь надлежащие механизмы, обеспечивающие наличие достаточных ресурсов, включая финансовые ресурсы, с целью реализации всех необходимых задач на протяжении срока эксплуатации установки, включая ее вывод из эксплуатации, для возможного долгосрочного хранения радиоактивных отходов на площадке после окончательного останова реактора и для захоронения радиоактивных отходов (даже если варианта захоронения еще не имеется). В определенных обстоятельствах может потребоваться, чтобы финансовые ресурсы предоставил владелец отходов.

3.33. Эксплуатирующей организации следует разработать противоаварийные мероприятия на площадке, включая план аварийного реагирования на площадке для обеспечения готовности и реагирования на ядерную или радиологическую аварийную ситуацию, исходя из опасностей, связанных с установкой и деятельностью на площадке, и потенциальных последствий аварийной ситуации [36–38]. При оценке опасностей, связанных с площадками, на которых также располагаются установки для переработки или хранения радиоактивных отходов, следует учитывать опасности и потенциальные последствия, связанные с этими установками, и взаимодействия между этими установками.

## **4. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **БЕЗОПАСНОСТЬ И ФИЗИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Требование 5 публикации GSR Part 5 [4]: требования в отношении мер физической безопасности**

**«Принимаются меры по обеспечению применения комплексного подхода к безопасности и физической безопасности при обращении с радиоактивными отходами перед захоронением».**

**Требование 21 публикации GSR Part 5 [4]: система учета и контроля ядерных материалов**

**«Применительно к установкам, подпадающим под действие соглашений об учете ядерного материала, в ходе проектирования и эксплуатации установок для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением применение системы учета и контроля ядерного материала производится таким образом, чтобы не поставить под угрозу безопасность установки».**

4.1. Применительно к новой установке, при выборе площадки и проектировании следует учитывать физическую ядерную безопасность на как можно более раннем этапе и следует также рассматривать взаимодействие между физической ядерной безопасностью, надежностью и учетом и контролем ядерного материала во избежание каких-либо конфликтов и для обеспечения того, что все эти три элемента поддерживают друг друга без ущерба для безопасности или физической безопасности.

4.2. Эксплуатирующей организации следует надлежащим образом проводить оценку и управлять взаимодействием между физической ядерной безопасностью, надежностью и учетом и контролем ядерных материалов, с тем чтобы исключить их отрицательное влияние друг на друга и чтобы они, насколько это возможно, взаимно поддерживали друг друга.

4.3. В случаях, когда требуется предоставить доступ к материалу для целей обращения с отходами или деятельности МАГАТЭ в области ядерных гарантий, следует учитывать все требования ядерной безопасности, радиационной защиты, обращения с отходами и физической ядерной безопасности. Основы и конкретные рекомендации по физической ядерной безопасности при обращении с радиоактивными отходами приведены в публикациях Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности [14–16].

## ВЗАИМОЗАВИСИМОСТИ

### **Требование 6 публикации GSR Part 5 [4]: взаимозависимости**

**«Надлежащим образом учитываются взаимозависимости между всеми стадиями обращения с радиоактивными отходами перед захоронением, а также воздействие ожидаемого варианта захоронения».**

4.4. Взаимозависимости существуют между всеми стадиями обращения с радиоактивными отходами — от образования отходов до их захоронения, сброса или освобождения от регулирующего контроля. Следует заранее планировать все различные стадии, с тем чтобы обеспечить сбалансированный подход к безопасности во всей программе обращения с отходами и исключить конфликты между требованиями к безопасности и эксплуатационными требованиями. Для каждой стадии обращения с радиоактивными отходами существуют различные альтернативы. Например, на выбор вариантов обработки и кондиционирования оказывают влияние установленные или предполагаемые критерии приемлемости для хранения и захоронения. Во всех случаях следует надлежащим образом учитывать взаимозависимость между безопасностью и охраной окружающей среды, как описано в разделе 2.

4.5. В частности, следует рассмотреть перечисленные ниже аспекты:

- a) выявление взаимодействия между стадиями и определение обязанностей различных участвующих организаций;
- b) установление критериев приемлемости и подтверждение соответствия критериям приемлемости.

4.6. Следует продемонстрировать соответствие упаковок отходов критериям приемлемости отходов для выбранного варианта захоронения (или следующей стадии процесса обращения с отходами); однако, если вариант захоронения не определен, следует сделать разумные допущения о вероятном варианте захоронения, включая вероятные критерии приемлемости отходов, и их следует четко сформулировать.

4.7. Для многих программ обращения с радиоактивными отходами перед захоронением решения следует принимать до окончательного согласования критериев приемлемости отходов для захоронения. Решения по обращению с радиоактивными отходами перед захоронением следует принимать и реализовывать так, чтобы в итоге обеспечить соответствие критериям приемлемости отходов для выбранного или предполагаемого варианта захоронения. Помимо этого, при проектировании и подготовке упаковок отходов для захоронения радиоактивных отходов следует учитывать пригодность упаковок для перевозки и хранения, включая возможное извлечение, и их пригодность для манипулирования и помещения в установку для захоронения, исходя из предполагаемых критериев приемлемости отходов.

4.8. Учитывая, что захоронение является последней стадией обращения с радиоактивными отходами, которые не могут быть иным образом освобождены от регулирующего контроля, подвергнуты сбросу или повторно использованы, выбранный или предполагаемый вариант захоронения также должен учитываться при рассмотрении любой другой деятельности по обращению с радиоактивными отходами. Однако во многих государствах еще нет установок для захоронения вообще или они имеются только для отдельных видов отходов. В этом случае следует обеспечивать надлежащее определение и документирование характеристик формы отходов и контейнера для отходов, с тем чтобы получить данные для будущих решений. Независимо от наличия установки для захоронения, следует обеспечивать обращение со всеми образующимися радиоактивными отходами. Это означает, что следует принимать решения относительно форм производимых отходов и используемых контейнеров для отходов. Такие решения должны будут приниматься до окончательной организации всех видов деятельности по обращению с радиоактивными отходами.

4.9. Если установки для захоронения еще не имеется или будущая установка для захоронения не определена, следует занимать такую промежуточную позицию, чтобы ни один из вариантов не был преждевременно исключен из рассмотрения или чтобы были предприняты все практически осуществимые меры для подготовки отходов к наиболее вероятному варианту захоронения. Следует также определять взаимозависимости между атомной электростанцией или исследовательским реактором, установкой для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением и установкой (существующей или предполагаемой) для захоронения.

## СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА

### **Требование 7 публикации GSR Part 5 [4]: системы управления (менеджмента)**

**«Системы управления (менеджмента) применяются ко всем стадиям и элементам обращения с радиоактивными отходами перед захоронением».**

4.10. Требования к системе менеджмента (которая должна охватывать элементы безопасности, охраны здоровья и защиты окружающей среды, физической ядерной безопасности, качества и экономические элементы) для всех этапов срока эксплуатации установки для обращения

с радиоактивными отходами перед захоронением, изложены в публикации GS-R-3 [6]. Общие руководящие материалы по системе менеджмента для установок и деятельности приведены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-3.1 «Применение системы управления для установок и деятельности» [39], тогда как конкретные руководящие материалы в отношении системы менеджмента для переработки, манипулирования и хранения радиоактивных отходов приведены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-3.3 «Система менеджмента для переработки радиоактивных отходов, обращения с ними и их хранения» [35].

4.11. Обращение с радиоактивными отходами связано с различными видами деятельности, которые могут продолжаться в течение весьма длительного периода времени. Это создает ряд проблем при разработке и реализации эффективных систем менеджмента для программы обращения с отходами и обуславливает необходимость создания комплексной системы менеджмента для решения всех вопросов, которые могут влиять на обращение с радиоактивными отходами, включая финансовые положения для его осуществления.

4.12. Как указано в публикации GS-R-3 [6], эксплуатирующая организация должна разработать, реализовать, оценивать и непрерывно совершенствовать комплексную систему менеджмента. Систему менеджмента следует применять на всех стадиях обращения с радиоактивными отходами перед захоронением. Система менеджмента охватывает все аспекты управления, включая мероприятия по менеджменту качества и контролю качества. Система менеджмента должна способствовать формированию культуры безопасности в соответствии с целями эксплуатирующей организации и должна способствовать их достижению. Система менеджмента должна охватывать выбор площадки, проектирование, строительство, ввод в эксплуатацию, эксплуатацию, техническое обслуживание и вывод из эксплуатации установки для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением.

4.13. При разработке и эксплуатации комплексной системы менеджмента следует учитывать следующие долгосрочные аспекты (с учетом длительности периодов обработки и хранения отходов):

- a) сохранение технологии и знаний и передача этих знаний работникам, нанимаемым эксплуатирующей организацией в будущем;

- b) сохранение или передача права собственности на радиоактивные отходы и на установку для обращения с отходами;
- c) планирование преемственности технических людских ресурсов и управленческих людских ресурсов;
- d) продолжение мероприятий по взаимодействию с заинтересованными сторонами;
- e) предоставление достаточных финансовых ресурсов (может потребоваться периодическое рассмотрение достаточности ресурсов для технического обслуживания и вывода из эксплуатации установок и оборудования в течение сроков эксплуатации, которые могут исчисляться десятилетиями);
- f) сохранение и качество учетной документации и информации (например, подробных сведений об инвентарных количествах радиоактивных отходов; учетной документации по выбору площадки, проектированию, вводу в эксплуатацию, эксплуатации и выводу из эксплуатации установки; и учетной документации по разработке обоснования безопасности);
- g) положение о рассмотрении для обеспечения того, что цели системы менеджмента все еще могут быть достигнуты.

## МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОВ

4.14. Для деятельности по обращению с радиоактивными отходами требуются финансовые и людские ресурсы и необходимая инфраструктура. Старшему руководству любой установки, связанной с образованием радиоактивных отходов или обращением с ними, следует принимать меры с целью обеспечения достаточных ресурсов для деятельности по обращению с радиоактивными отходами, с тем чтобы удовлетворить потребности, связанные с аспектами безопасности, охраны здоровья, защиты окружающей среды, физической ядерной безопасности, качества и экономическими аспектами всего спектра видов деятельности по обращению с радиоактивными отходами и с потенциально большой продолжительностью такой деятельности.

4.15. Обращение с радиоактивными отходами может осуществляться в течение длительного времени. Поэтому правительству, регулирующему органу, владельцу отходов и эксплуатирующей организации следует обеспечивать стабильность всех требуемых ресурсов с целью поддержания безопасности и защиты окружающей среды в рамках соответствующей политики, стратегий и планов.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА

4.16. Для долгосрочной деятельности по обращению с радиоактивными отходами следует, насколько это возможно, указывать требования к будущей инфраструктуре и разрабатывать планы, обеспечивающие их выполнение. При таком планировании следует учитывать постоянную потребность во вспомогательных услугах, запасных частях для оборудования, которые могут уже более не изготавливаться, и модернизации оборудования с целью соблюдения новых регулирующих положений и внедрения эксплуатационных усовершенствований, а также эволюцию и неизбежное устаревание программного обеспечения. Следует также учитывать необходимость разработки программ мониторинга и методов проведения инспекций для использования в течение длительных периодов хранения.

4.17. Следует учитывать возможную необходимость перемещения радиоактивных отходов в случае возникновения проблем после их помещения на долгосрочное хранение (например, угрозы целостности контейнеров или проблем, связанных с критичностью или остаточным тепловыделением). Следует оценивать доступность любого специализированного оборудования, которое может быть необходимым в течение длительного времени хранения радиоактивных отходов или может стать необходимым в будущем.

4.18. Документацию по радиоактивным отходам, подлежащую длительному хранению, следует хранить таким образом, чтобы сводить к минимуму вероятность и последствия ее утраты, повреждения или порчи вследствие таких непредсказуемых событий, как пожар, наводнение или иные природные или техногенные опасности (например, путем применения принципа резервирования). Мероприятия по хранению документации должны соответствовать регуливающим требованиям, и следует периодически оценивать состояние этой документации.

## **5. ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ**

**Требование 13 публикации GSR Part 5 [4]: подготовка обоснования безопасности и вспомогательной оценки безопасности**

«Оператор готовит обоснование безопасности и вспомогательную оценку безопасности. В случае поэтапной разработки или в случае модификации установки или деятельности обоснование безопасности и связанная с ним вспомогательная оценка безопасности по мере необходимости рассматриваются и обновляются».

**Требование 14 публикации GSR Part 5 [4]: содержание обоснования безопасности и вспомогательной оценки безопасности**

«Обоснование безопасности установки для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением включает описание того, каким образом все аспекты безопасности площадки, проектирования, эксплуатации, останова и снятия с эксплуатации установки, а также меры управленческого контроля отвечают регулирующим требованиям. Обоснование безопасности и связанная с ним вспомогательная оценка показывают уровень обеспечиваемой защиты и обеспечивают уверенность регулирующего органа в том, что требования безопасности будут выполнены».

**Требование 15 публикации GSR Part 5 [4]: документальное оформление обоснования безопасности и вспомогательной оценки безопасности**

«Обоснование безопасности и связанная с ним вспомогательная оценка безопасности документально оформляются на уровне детализации и с качеством, достаточными для подтверждения безопасности, для обоснования решений, принимаемых на каждом этапе, и для получения возможности проведения независимого рассмотрения и одобрения обоснования безопасности и оценки безопасности. Документы формулируются четко и содержат



**аргументы, обосновывающие те подходы, которые использовались при подготовке обоснования безопасности, на основе поддающейся контролю информации».**

**Требование 16 публикации GSR Part 5 [4]: периодические рассмотрения (обследования) безопасности**

**«Оператор проводит периодические рассмотрения (обследования) безопасности и осуществляет любые модернизации безопасности, затребованные регулирующим органом после этих рассмотрений. Результаты периодического рассмотрения безопасности отражаются в обновленном варианте обоснования безопасности установки».**

**Требование 22 публикации GSR Part 5 [4]: существующие установки**

**«Для проверки соответствия требованиям проводится рассмотрение вопросов безопасности на существующих установках. Связанные с безопасностью модернизации производятся оператором в соответствии с национальной политикой и требованиями регулирующего органа».**

5.1. Требования к обоснованию безопасности и вспомогательной оценке безопасности для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением изложены в публикации GSR Part 5 [4], а руководящие материалы приведены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSG-3 «The Safety Case and Safety Assessment for the Predisposal Management of Radioactive Waste» («Обоснование безопасности и оценка безопасности при обращении с радиоактивными отходами перед захоронением») [40]. Требования к анализу безопасности атомных электростанций при проектировании и во время ввода в эксплуатацию и эксплуатации изложены в публикации SSR-2/1 (Rev. 1) [19] и в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSR-2/2 (Rev. 1) «Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация» [20]. Требования к анализу безопасности исследовательских реакторов изложены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № NS-R-4 «Безопасность исследовательских реакторов» [21]. Требования по оценке безопасности для всех установок и видов деятельности изложены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 4 (Rev. 1) «Оценка безопасности установок и деятельности» [41]. Руководящие материалы по оценке

безопасности и периодическому анализу безопасности для атомных электростанций приведены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-4.1 «Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants» («Формат и содержание документации по техническому обоснованию безопасности атомных электростанций»)[42] и в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-25 «Периодическое рассмотрение безопасности атомных электростанций» [43]. Руководящие материалы по оценке безопасности исследовательских реакторов приведены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-20 «Safety Assessment for Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report» («Оценка безопасности исследовательских реакторов и подготовка документации по техническому обоснованию безопасности») [44].

5.2. В документации по техническому обоснованию безопасности атомных электростанций и исследовательских реакторов обращение с радиоактивными отходами, как правило, рассматривается следующим образом:

- описание проектирования и эксплуатации конструкций, систем и элементов для обращения с радиоактивными отходами (образование и контроль отходов, предварительная обработка, обработка и кондиционирование отходов и хранение отходов);
- описание основных источников твердых, жидких и газообразных отходов и оценки скорости их образования в соответствии с проектными требованиями;
- меры, предпринимаемые с целью контроля выбросов в окружающую среду твердых, жидких и газообразных радиоактивных эфлюентов;
- анализ опасностей, связанных с эксплуатацией установки, и оценка аварий;
- система менеджмента и организационные обязанности;
- оценка и менеджмент безопасности и радиационной защиты, включая эксплуатационные пределы и средства контроля.

5.3. При разработке и рассмотрении обоснования безопасности, а также вспомогательной оценки безопасности установок и деятельности по обращению с отходами на атомной электростанции или исследовательском реакторе следует применять дифференцированный подход. Например, сфера охвата, объем и детализация обоснования безопасности для установок и деятельности по обращению с отходами в случае исследовательских реакторов малой мощности могут быть значительно меньшими, чем

требуемые в случае исследовательских реакторов большой мощности, поскольку определенные сценарии аварии могут не применяться или могут требовать лишь ограниченного анализа.

5.4. В обосновании безопасности для установок и деятельности по обращению с отходами на атомной электростанции или исследовательском реакторе могут потребоваться перекрестные ссылки на разделы документации по техническому обоснованию безопасности, в которых рассматриваются вопросы обращения с отходами и радиационной защиты самой атомной электростанции или исследовательского реактора. В обосновании безопасности следует как минимум определить взаимодействия между конструкциями, системами и элементами для обращения с радиоактивными отходами и эксплуатационными пределами и условиями атомной электростанции или исследовательского реактора. В обосновании безопасности следует также определить контрольно-измерительную аппаратуру, используемую для контроля возможных утечек радиоактивных отходов.

5.5. В обосновании безопасности и вспомогательной оценке безопасности следует продемонстрировать, что рассмотрены все стадии образования и переработки отходов вплоть до их захоронения, включая освобождение материала от регулирующего контроля и санкционированный сброс эфлюентов, и учтена общая совместимость всех стадий. Поэтому следует рассматривать эксплуатационные аспекты и аспекты долгосрочной безопасности при обращении с отходами, а также возможную необходимость манипулирования с отходами и их переработки в будущем после выведения из эксплуатации или постоянного останова атомной электростанции или исследовательского реактора, а также риски и дозы облучения, которые могут быть связаны с этой деятельностью.

5.6. В обосновании безопасности и вспомогательной оценке безопасности следует рассматривать совместимость упаковок отходов и неупакованных отходов с существующим или предполагаемым вариантом захоронения; однако в случае отсутствия варианта захоронения следует сделать разумные допущения о вероятных вариантах захоронения, и их следует четко сформулировать.

5.7. В обоснование безопасности и вспомогательную оценку безопасности следует включать идентификацию неопределенностей в характеристиках отходов на установке для обращения с отходами и неопределенностей в исполнении деятельности, анализ значимости таких неопределенностей

и указание подходов к управлению значительными неопределенностями. Регулирующему органу следует изучить такие неопределенности при рассмотрении исходных данных обоснования безопасности и взаимозависимостей между обоснованиями безопасности установки для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением и ядерного реактора. Руководящие материалы по управлению неопределенностями приведены в публикации GSG-3 [40].

5.8. В дополнении III приведены примеры опасностей, связанных с типичными видами деятельности по обращению с радиоактивными отходами атомных электростанций и исследовательских реакторов перед захоронением. Эти примеры не являются исчерпывающими; они скорее имеют цель оказать помощь в выявлении и последующей оценке опасностей. В приложении I к публикации GSG-3 [40] также приводится дальнейшая информация о выявлении и оценке опасностей и постулируются исходные события, связанные с типичными видами деятельности по обращению с отходами.

5.9. Долгосрочное хранение радиоактивных отходов на площадке реактора, например, после вывода из эксплуатации или окончательного останова атомной электростанции или исследовательского реактора требует специального рассмотрения в обосновании безопасности [12, 40, 41]. В обосновании безопасности следует рассматривать разработку программы управления старением, оценку пассивных средств безопасности, требования к упаковкам и упаковочным комплектам, хранение учетной документации, разработку и осуществление противоаварийных мероприятий, план вывода из эксплуатации и средства мониторинга и инспекций. В обосновании безопасности следует также учитывать возможную деградацию инженерно-технических средств и необходимость обеспечения постоянной эксплуатационной готовности систем технического обслуживания, изменения хранящихся отходов и неопределенности используемых параметров и моделей, включая предполагаемые сроки хранения.

5.10. Изменчивость и неопределенность формы и состава отходов является особой проблемой для некоторых типов отходов прежней деятельности, для которых точность и полнота данных за прошлые годы могут быть ограниченными. Поэтому следует всесторонним и подробным образом проводить оценки безопасности при обращении с унаследованными отходами перед захоронением.

5.11. Следует периодически рассматривать и обновлять обоснование безопасности и вспомогательную оценку безопасности в необходимых случаях для отражения фактического опыта и роста знаний и понимания (например, знаний, полученных в процессе непрерывных научных исследований) с учетом любого актуального опыта эксплуатации или иных аспектов, имеющих значение для безопасности [40].

5.12. Установки для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением, построенные не в соответствии с действующими нормами безопасности, могут не отвечать всем требованиям безопасности. При оценке безопасности таких установок могут быть признаки того, что критерии безопасности не соблюдаются. В таких обстоятельствах следует принимать практически осуществимые меры по обеспечению безопасности соответствующей установки.

5.13. Следует также учитывать нерадиологические опасности (например, хемотаксические опасности, промышленные опасности), указанные в национальных требованиях или способные влиять на радиологическую безопасность (например, пожары). Нерадиологические опасности, для которых существуют критерии безопасности, можно оценивать и моделировать наряду с радиологическими опасностями (например, опасностями, связанными с подъемом и перемещением контейнеров с отходами).

## **6. ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

6.1. Стадии обращения с радиоактивными отходами перед захоронением таковы:

- оценка потенциального и фактического образования отходов и оценка вариантов последующего обращения с ними;
- образование и контроль отходов;
- переработка, включающая:
  - предварительную обработку;
  - обработку;
  - кондиционирование;

- хранение;
- перевозка.

6.2. Варианты обращения с отходами, такие как освобождение от регулирующего контроля (в том числе для рециклирования или повторного использования) и контроль сбросов и разрешенное захоронение, в соответствии с условиями и критериями, установленными регулирующим органом, следует использовать, насколько практически возможно, отдавая предпочтение рециклированию, повторному использованию и освобождению от регулирующего контроля. Пределы и меры контроля для освобождения от регулирующего контроля и для сбросов следует устанавливать регулирующему органу [22–24].

6.3. В рамках обращения с радиоактивными отходами следует проводить проверку того, что отходы соответствуют критериям приемлемости. Поэтому в необходимых случаях характеризацию и классификацию радиоактивных отходов следует проводить на различных стадиях обращения с ними. Для упаковок отходов следует иметь систему однозначной идентификации, которая позволяет связывать упаковки с их сопутствующей документацией и учитывает необходимость обеспечения возможности считывания маркировки в течение продолжительного времени в будущем, вплоть до захоронения отходов.

6.4. Конечной целью обращения с радиоактивными отходами, в отношении которых не применяется освобождение от контроля, сброс, рециклирование или повторное использование, перед их захоронением является приведение отходов в состояние, пригодное для захоронения (или для хранения в отсутствие установки для обращения с отходами). Это подразумевает, что каждая упаковка отходов, т.е. конечная форма отходов и контейнер для отходов, должны соответствовать критериям приемлемости отходов на установке для обращения с отходами (или действующим требованиям к безопасности в пункте хранения). В ситуациях, когда требований в отношении приемлемости для захоронения еще не имеется, критерии приемлемости отходов следует устанавливать, исходя из разумных допущений в отношении предполагаемого варианта захоронения.

6.5. Радиоактивные отходы потребуется перемещать и транспортировать между стадиями и в пределах различных стадий обращения с ними перед захоронением. Требования к безопасной перевозке радиоактивных отходов изложены в публикации SSR-6 [13], а руководящие материалы приведены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-26

«Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2012 Edition)» («Справочный материал к Правилам МАГАТЭ по безопасной перевозке радиоактивных материалов (издание 2012 года)») [45].

6.6. Перевозка радиоактивных отходов в пределах площадки установки для обращения с отходами не обязательно должна соответствовать всем требованиям к перевозке за пределами площадки [13], поскольку такая перевозка постоянно остается под контролем эксплуатирующей организации, отвечающей за безопасность работ в пределах площадки.

## ОБРАЗОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ ОТХОДОВ

### **Требование 8 публикации GSR Part 5 [4]: образование радиоактивных отходов и контроль за ними**

**«Определяются и контролируются все радиоактивные отходы. Образование радиоактивных отходов удерживается на минимальном практически достижимом уровне».**

6.7. В конструктивных особенностях и эксплуатационных процедурах, связанных с образованием и контролем отходов, следует учитывать перечисленные ниже аспекты:

- a) надлежащий выбор технологических процессов, вариантов проекта, материалов и конструкций, систем и элементов для установки;
- b) выбор методов строительства, процедур ввода в эксплуатацию и эксплуатационных процедур, способствующих минимизации отходов на протяжении всего срока эксплуатации установки, включая ее вывод из эксплуатации;
- c) использование эффективных и надежных методов и оборудования;
- d) герметизация и упаковка радиоактивных отходов таким образом, чтобы поддерживать их целостность;
- e) надлежащее зонирование для предотвращения распространения загрязнений;
- f) обеспечение дезактивации зон и предоставление оборудования для предотвращения распространения радиоактивного загрязнения.

6.8. При выборе подходов к хранению и переработке, с целью минимизации образования вторичных радиоактивных отходов следует также учитывать требование минимизации и контроля образования отходов. Примерами стадий переработки, для которых следует учитывать эти требования, являются выбор процессов кондиционирования и программы испытаний, используемой для проверки процессов обработки и кондиционирования. Программу аттестации процесса кондиционирования следует разрабатывать таким образом, чтобы число испытательных образцов с использованием реальных радиоактивных отходов было минимальным. Для процесса кондиционирования, в котором происходит радиоактивное загрязнение компонентов, следует использовать оборудование с подтвержденным ресурсом долговечности.

6.9. Операции предварительной обработки, включая сортировку отходов, следует осуществлять таким образом, чтобы сводить к минимуму количество радиоактивных отходов, подлежащих последующей обработке, кондиционированию, хранению и захоронению. В соответствующих случаях следует использовать дезактивацию и/или достаточно длительный период выдержки с целью радиоактивного распада, с тем чтобы обеспечить возможность реклассификации отходов на более низком уровне или освобождения их от регулирующего контроля.

## **Радиоактивные отходы атомных электростанций**

### *Газообразные радиоактивные отходы*

6.10. В зависимости от типа атомной электростанции возможными источниками образования газообразных радиоактивных отходов могут быть:

- a) утечка теплоносителя;
- b) системы замедлителя самого реактора;
- c) системы дегазации теплоносителя;
- d) воздушные эжекторы или насосы вакуумного заполнения конденсатора турбины;
- e) утечка из систем сальникового уплотнения вала турбины;
- f) активированный или загрязненный воздух на выходе систем вентиляции.

6.11. Для всех типов атомных электростанций отработавшее топливо при хранении или при выполнении операций по манипулированию является потенциальным источником газообразных радиоактивных отходов.



### *Жидкие радиоактивные отходы*

6.12. Теплоноситель первого контура в водоохлаждаемых реакторах и вода бассейнов выдержки топлива являются основными источниками жидких радиоактивных отходов, поскольку часть содержащегося в них радиоактивного материала может переноситься в поток жидких радиоактивных отходов с технологическими потоками или утечками. Хотя состав жидких радиоактивных отходов может различаться в зависимости от типа атомной электростанции, вклады в поток жидких отходов могут вносить следующие источники:

- a) разбавление теплоносителя реактора;
- b) концентрат выпарного аппарата;
- c) сток из сливов оборудования;
- d) сток из напольного дренажа;
- e) банно-прачечные стоки;
- f) загрязненное масло;
- g) отходы дезактивации и технического обслуживания установок и оборудования.

### *Твердые радиоактивные отходы*

6.13. Твердые радиоактивные отходы образуются при эксплуатации, техническом обслуживании и выводе из эксплуатации атомной электростанции и связанных с ней систем переработки газообразных и жидких радиоактивных отходов. Характер таких отходов сильно различается в зависимости от электростанции, так же, как и соответствующие уровни радиоактивности. Твердые радиоактивные отходы могут представлять собой:

- a) отработанные ионообменные смолы (гранулированные и порошковые);
- b) патронные фильтры и фильтровальный осадок намывного фильтра;
- c) фильтры для улавливания твердых частиц из вентиляционных систем;
- d) фильтры-поглотители из активированного угля;
- e) инструменты;
- f) загрязненный металлический лом;
- g) компоненты активной зоны;
- h) обломки топливных сборок или внутриреакторных компонентов;
- i) загрязненную ветошь, одежду, бумагу и пластик.

## **Радиоактивные отходы исследовательских реакторов**

### *Газообразные радиоактивные отходы*

6.14. В число типичных источников газообразных радиоактивных отходов, образующихся при эксплуатации исследовательского реактора, входят:

- a) газообразные радиоактивные элементы или соединения из бассейна реактора, системы теплоносителя, облучающих установок и экспериментальных установок;
- b) взвешенный в воздухе радиоактивный материал, образующийся во вспомогательных установках, включая вытяжные шкафы и зоны дезактивации.

### *Жидкие радиоактивные отходы*

6.15. В число типичных источников жидких радиоактивных отходов, образующихся при эксплуатации исследовательского реактора, входят:

- a) сливаемая охлаждающая вода;
- b) трапные воды системы первого контура (в случае легководных реакторов);
- c) жидкие отходы из системы деминерализованной воды;
- d) сток из дренажа вентиляционной системы;
- e) отработанная деминерализованная вода, полученная из сливной системы крупного оборудования при техническом обслуживании;
- f) сточные воды раковин и душевых;
- g) сточные воды напольного дренажа;
- h) жидкости из лабораторий (они могут быть радиоактивными или нерадиоактивными).

### *Твердые радиоактивные отходы*

6.16. В число типичных источников твердых радиоактивных отходов, образующихся при эксплуатации исследовательского реактора, входят:

- a) облученные мишени;
- b) использованные компоненты облучающих установок и реакторов (например, термопары);
- c) направляющие трубки нейтронного пучка;

- d) отработанные ионообменные смолы<sup>6</sup>;
- e) использованные управляющие стержни;
- f) отходы, образующиеся в зоне обслуживания бассейна;
- g) отходы вентиляционных систем (угольные фильтры, высокоэффективные сухие воздушные фильтры (HEPA));
- h) чистящие материалы и использованные средства индивидуальной защиты;
- i) лабораторные отходы (перчатки, санитарно-гигиеническая бумага, одноразовая лабораторная посуда и т.п.);
- j) загрязненные предметы после технического обслуживания и других работ.

## ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ

### **Требование 9 публикации GSR Part 5 [4]: определение характеристик и классификация радиоактивных отходов**

**«На различных стадиях обращения с радиоактивными отходами перед захоронением определяются характеристики и классификация радиоактивных отходов в соответствии с требованиями, установленными или утвержденными регулирующим органом».**

6.17. Как указано в публикации GSR Part 5 [4], радиоактивные отходы следует характеризовать на различных стадиях обращения с ними перед захоронением, с тем чтобы предоставить информацию об их свойствах для использования при контроле качества отходов или упаковки отходов, проверки технологического процесса и тем самым способствовать выполнению последующих стадий безопасной обработки и окончательного захоронения радиоактивных отходов.

6.18. При определении надлежащих мероприятий по манипулированию с радиоактивными отходами, их переработке и хранению следует учитывать:

---

<sup>6</sup> Хотя ионообменные смолы фактически являются твердыми веществами, в большинстве случаев обращения с ними они не отделяются от жидкости-носителя [46, 47]. В конечном итоге смолы отделяются от жидкости-носителя при обработке и кондиционировании.

- a) происхождение отходов, вид отходов и физическое состояние исходных отходов (твердое, жидкое или газообразное);
- b) риск возникновения критичности [33];
- c) радиологические свойства отходов (например, период полураспада, радиоактивность и концентрации радионуклидов, мощности дозы облучения от отходов, тепловыделение);
- d) другие физические свойства (например, размер, масса, уплотняемость);
- e) химические свойства (например, состав исходных отходов, содержание воды, растворимость, коррозионная активность, горючесть, свойства газообразования, химическая токсичность);
- f) биологические свойства (например, биологические опасности, связанные с отходами);
- g) планируемые методы переработки, хранения и захоронения.

6.19. В процесс характеристики следует включать измерение физических и химических параметров, определение радионуклидов и измерение содержания радиоактивности. Такие измерения необходимы для отслеживания радиоактивных отходов или упаковок отходов на всех этапах переработки, хранения и захоронения и для ведения документации в будущем, в частности имея в виду вывод из эксплуатации установки для обращения с отходами. Приоритет следует отдавать характеристике исходных отходов в точке их образования.

6.20. Требования к данным для характеристики отходов и методы сбора данных будут различными в зависимости от вида и формы радиоактивных отходов. При переработке потоков отходов характеристику можно выполнять путем отбора проб и анализа химических, физических и радиологических свойств отходов. Качество упаковок отходов можно исследовать неразрушающими методами и, в редких случаях, также разрушающими методами. Однако можно применять косвенные методы характеристики, базирующиеся на контроле и знании технологического процесса, включая моделирование. Такие методы можно применять вместо или в дополнение к отбору проб и контролю упаковок отходов во избежание излишнего профессионального облучения. Методы характеристики при переработке отходов должны быть приемлемыми для регулирующего органа в рамках процесса выдачи официальных разрешений.

6.21. С целью обеспечения приемлемости упаковок отходов для захоронения следует создать программу разработки процесса кондиционирования, приемлемую для регулирующего органа. Особенности, применяемые для характеристики отходов и управления технологическим процессом, должны

способствовать повышению уверенности в качестве данных характеристики и обеспечению того, чтобы свойства упаковок отходов соответствовали ожиданиям (с тем чтобы обеспечить соблюдение критериев приемлемости отходов).

6.22. Категоризация и классификация радиоактивных отходов способствуют разработке стратегий обращения с отходами и оперативному обращению с отходами. Разделение отходов с различными свойствами также будет полезно на любом этапе между образованием исходных отходов и их переработкой, хранением, перевозкой и захоронением. Для того чтобы правильно сортировать отходы, следует знать их свойства и поэтому необходимо охарактеризовать отходы на различных этапах их переработки. Для характеристики радиоактивных отходов и их сортировки, а также отнесения отходов к определенному классу следует выполнять документированные процедуры.

6.23. Сведения о цели, методах и подходах к классификации радиоактивных отходов приведены в публикации GSG-1 [8]; в приложении III к публикации GSG-1 [8] также приведена информация о происхождении и видах радиоактивных отходов. Схема классификации, описанная в публикации GSG-1 [8], базируется на долгосрочном обращении с радиоактивными отходами (захоронении).

6.24. Определенные виды радиоактивных отходов содержат альфа-излучающие радионуклиды, которые могут возникать в деградировавшем или поврежденном ядерном топливе<sup>7</sup>. Следует также уделять особое внимание огнеопасным, самовоспламеняющимся, вызывающим коррозию или иным опасным материалам. Следует проявлять осторожность во избежание смешивания отходов с такими свойствами.

6.25. Газообразные радиоактивные отходы классифицируются для целей обработки на отходы, образующиеся непосредственно в системах теплоносителя первого контура реактора, и отходы, образующиеся в результате вентилиации зон на атомной электростанции или исследовательском реакторе.

---

<sup>7</sup> Термин «деградировавшее топливо» или «поврежденное топливо» относится к широкому спектру условий — от незначительных точечных дефектов до трещин оболочки твэлов или сломанных стержневых твэлов. Важными факторами являются характер и степень повреждения.

6.26. Жидкие радиоактивные отходы классифицируются для целей переработки в соответствии с их концентрацией активности и содержанием в них химических веществ. Например, радиоактивные отходы, содержащие борную кислоту или органические вещества, могут требовать специальной обработки. Безводные радиоактивные отходы, такие как масло, следует отделять с целью их отдельной обработки. Если жидкие радиоактивные отходы подвергаются иммобилизации или отверждению в соответствующей матрице, следует обеспечивать химическую совместимость между жидкими отходами и материалом матрицы.

6.27. Твердые радиоактивные отходы классифицируются в соответствии с содержанием в них радионуклидов (вид и период полураспада радионуклидов) и концентрацией активности с учетом имеющихся или вероятных вариантов захоронения, и их следует разделять в соответствии с предполагаемыми процессами обработки и кондиционирования. К примеру, шлам, патронные фильтры, загрязненное оборудование и компоненты, вентиляционные фильтры и прочие материалы (такие как бумага, пластик или салфетки) можно разделять в соответствии с типом процессов обработки и кондиционирования, таких как прессование, сжигание или иммобилизация.

## ПЕРЕРАБОТКА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

### **Требование 10 публикации GSR Part 5 [4]: переработка радиоактивных отходов**

**«Радиоактивный материал, для которого не предусматривается дальнейшего использования и характеристики которого делают его непригодным для санкционированного сброса, санкционированного использования или освобождения от регулирующего контроля, перерабатывается как радиоактивные отходы. Переработка радиоактивных отходов основывается на надлежащем учете характеристик отходов и требований, налагаемых различными стадиями обращения с ними (предварительная обработка, обработка, кондиционирование, перевозка, хранение и захоронение). Упаковки отходов проектируются и изготавливаются таким образом, чтобы надлежащим образом сохранять радиоактивный материал в**

**условиях нормальной эксплуатации и в аварийных условиях, которые могут возникнуть при манипулировании с отходами, их хранении, перевозке и захоронении».**

6.28. Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением может включать одну или несколько стадий, например предварительную обработку, обработку и кондиционирование. Эти стадии могут осуществляться на стационарных или мобильных установках. Перемещение, хранение и перевозка отходов могут быть необходимы в рамках таких стадий, между ними и после их завершения.

6.29. В приложении I приводится иллюстративный пример типичной системы обращения с радиоактивными отходами атомной электростанции или исследовательского реактора. В приложении II приводится иллюстративный пример системы обращения с радиоактивными отходами реактора с водой под давлением (неполнопоточная очистка конденсата). В приложении III приводится иллюстративный пример системы обращения с радиоактивными отходами реактора с водой под давлением (полнопоточная очистка конденсата).

6.30. Переработка радиоактивных отходов может либо способствовать рециклированию и повторному использованию отходов, либо приводить к образованию кондиционированных отходов, пригодных для последующего манипулирования, хранения, перевозки и захоронения. Если повторное использование или рециклирование неосуществимы, а установка для захоронения радиоактивных отходов отсутствует, следует сделать разумные допущения о требованиях к приемлемости отходов для захоронения, с тем чтобы предоставить руководящие материалы по их обработке, которые могут включать положения по их долгосрочному хранению. В некоторых случаях крупный элемент (например, корпус реактора, парогенератор или иной крупный элемент конструкции) можно использовать в качестве самой упаковки, благодаря его надежности и конструкционным аспектам. Например, при выводе из эксплуатации реактора может оказаться разумным захоронение крупного элемента без его резки на части меньшего размера и упаковки в дополнительные контейнеры.

6.31. Радиоактивные отходы следует перерабатывать как можно ближе к точке их образования с учетом различных аспектов, таких как безопасность, физическая безопасность, облучение и финансовые аспекты, с тем чтобы переработать их оптимизированным способом в пассивную безопасную форму отходов [12] и предотвратить их распространение при

хранении и захоронении. Следует учитывать необходимость обеспечения сбалансированности между потенциальной подвижностью отходов, соображениями разумно достижимого низкого уровня (ALARA) и вредным воздействием на окружающую среду.

6.32. Термическая переработка (процессы, в ходе которых в результате нагрева происходит разрушение или уничтожение органических компонентов отходов, или которые включают косвенное использование или применение нагрева до температур, превышающих 600°C) используется при переработке твердых и жидких радиоактивных отходов. Наиболее широко используемой технологией является сжигание [48].

### **Предварительная обработка**

6.33. Предварительная обработка включает такие операции, как сбор, сортировка, корректировка химического состава и дезактивация отходов, и проводится с целью уменьшения количества отходов, требующих дальнейшей обработки и кондиционирования, хранения и захоронения, корректировки характеристик отходов с целью сделать отходы лучше поддающимися дальнейшей переработке и с целью уменьшения или устранения определенных опасностей, создаваемых отходами в силу их радиологических, физических и химических свойств.

6.34. Первой операцией при предварительной обработке радиоактивных отходов обычно является сбор отходов и сортировка в необходимых случаях в соответствии с их радиологическими, физическими и химическими свойствами. Сортировку радиоактивных отходов по соответствующим категориям следует проводить как можно ближе к точке образования отходов. Следует подготовить письменные процедуры сортировки отходов. Радиоактивные отходы, содержащие преимущественно короткоживущие радионуклиды, не следует смешивать с отходами, содержащими долгоживущие радионуклиды. При сортировке отходов следует учитывать, могут ли отходы быть освобождены от регулирующего контроля, либо они могут быть подвергнуты рециклированию или сбросу немедленно или по истечении периода хранения с целью радиоактивного распада.

6.35. Для облегчения дальнейшей обработки и повышения безопасности твердые отходы следует сортировать в соответствии с программой обращения с отходами на установке и имеющимися средствами. Сортировку следует проводить с учетом указанных ниже свойств отходов:



- a) горючие или негорючие, если целесообразным решением является термическая обработка (например, сжигание);
- b) сжимаемые или несжимаемые, если целесообразным решением является прессование;
- c) металлические или неметаллические, если целесообразным решением является расплавление;
- d) фиксированное поверхностное загрязнение или нефиксированное поверхностное загрязнение, если целесообразным решением является дезактивация.

6.36. Отработавшие закрытые источники следует отделять от прочих отходов.

6.37. Особую осторожность следует проявлять при сортировке материалов и предметов, являющихся делящимися, пирофорными, взрывчатыми, химически активными или иным образом опасными или содержащих свободные жидкости или газы под давлением.

6.38. Жидкие отходы следует сортировать с учетом указанных ниже свойств отходов:

- a) период полураспада радионуклида (например, очень короткоживущие радионуклиды и не очень короткоживущие радионуклиды);
- b) удельная активность;
- c) состав (например, органические отходы и сточные воды, сточные воды с низким и высоким содержанием солей);
- d) фазовое состояние (например, ионообменные смолы, шлам).

6.39. Насколько это возможно, жидкие отходы следует характеризовать, исходя из их физических, радиологических и химических свойств, с тем чтобы облегчить их переработку. При надлежащей характеристике может быть возможным сброс жидкости в разрешенных пределах при условии подходящих нерадиологических характеристик жидкости. Насколько это возможно, жидкие отходы следует подвергать обработке и кондиционированию (например, путем адсорбции, нейтрализации) с целью облегчения безопасного обращения, хранения и захоронения.

6.40. В ряде процессов дезактивации поверхностное загрязнение удаляется с помощью комбинации механических, химических и электрохимических методов. Необходима осторожность, с тем чтобы ограничить количество

образующихся вторичных отходов и обеспечить пригодность характеристик вторичных отходов для последующих стадий процесса обращения с отходами.

6.41. Смешивание отходов (например, для целей усреднения концентрации) в точке образования может допускаться в некоторых государствах с целью достижения определенных критериев приемлемости отходов. Смешивание потоков отходов следует ограничивать теми потоками, которые совместимы радиологически и химически, а также оно должно соответствовать критериям приемлемости отходов установки для обращения с отходами (например, для переработки, хранения или захоронения). Если рассматривается смешивание потоков химически различающихся отходов, следует провести оценку возможных химических реакций, в особенности экзотермических реакций, во избежание неконтролируемых или непредвиденных реакций, которые могут привести к незапланированному выбросу летучих радионуклидов или радиоактивных аэрозолей. Органические жидкие отходы требуют другой обработки по причине своей химической природы, и их следует отделять от потоков сточных вод. Органические жидкие отходы также могут быть огнеопасными, поэтому для их сбора и хранения следует предусматривать надлежащую вентиляцию и противопожарную защиту.

## **Обработка**

6.42. Обработка радиоактивных отходов может включать следующее:

- a) уменьшение объема отходов (например, путем сжигания горючих отходов, прессования твердых отходов и резки или демонтажа крупногабаритных компонентов отходов или оборудования);
- b) удаление радионуклидов (например, путем выпаривания или ионного обмена в случае потоков жидких отходов и фильтрации потоков газообразных отходов);
- c) изменение формы или состава отходов (например, путем использования химических процессов, таких как осаждение, флотация и кислотное разложение, а также путем химического или термического окисления);
- d) изменение формы или свойств отходов (например, отверждение, сорбирование или герметизация; к обычным иммобилизирующим матрицам относятся цемент, битум и стекло).

## *Твердые отходы*

6.43. Твердые радиоактивные отходы могут быть неоднородными. Особое внимание следует уделять отбору репрезентативных проб перед переработкой, с тем чтобы подтвердить пригодность отходов для планируемого технологического процесса, и следует принимать соответствующие меры для организации такого отбора проб. Следует предусматривать систематический контроль конечных продуктов обработки с целью подтверждения соответствия установленным требованиям.

6.44. Существует большое число технологических процессов, позволяющих получать приемлемые формы отходов. Следует выбирать процессы для применения, исходя из характеристик соответствующих отходов. По возможности следует применять процессы, обеспечивающие высокие коэффициенты уменьшения объема и использующие такие проверенные методы, как прессование или сжигание.

6.45. Сжигание горючих твердых отходов обычно обеспечивает наибольшее уменьшение объема, а также дает стабильную форму отходов. После сжигания радионуклиды из отходов будут распределены между золой, продуктами очистки отходящих газов и выбросами из дымовой трубы. Распределение будет зависеть от конструкционных и рабочих параметров используемой установки для сжигания отходов и характера радионуклидов в отходах. Сжигание приведет к повышению уровней концентрации активности в золе, в результате чего может измениться класс отходов. Помимо этого, другие составляющие отходов могут выделять кислотные газы и агрессивные продукты сгорания, что может приводить к коррозии компонентов установки для сжигания отходов и к кислотным выбросам в атмосферу. Может потребоваться очистка отходящих газов с целью предотвращения выброса радиоактивного материала и нерадиоактивных опасных материалов, и ее следует предусматривать. Следует учитывать возможное присутствие радионуклидов, накапливающихся в остатках в системе очистки газов, и радионуклидов, остающихся в золе, и необходимость дальнейшего кондиционирования.

6.46. Выбросы радионуклидов в окружающую среду в значительной степени определяются рабочими условиями установки для сжигания отходов, в частности контролем температуры, видами и количеством сжигаемых отходов и содержанием радионуклидов. В случае установок для сжигания отходов, перерабатывающих значительные количества радиоактивных отходов, эксплуатирующей организации следует

контролировать радионуклиды в выбросах из дымовой трубы с использованием надлежащих средств, с тем чтобы гарантировать, что концентрации и объемы выбросов не превышают пределы, установленные регулирующим органом, и согласуются с параметрами, смоделированными при оценке безопасности. Определенные продукты сжигания (кислоты, полихлорированные бифенилы и различные прочие материалы) представляют собой нерадиологические опасности.

6.47. Прессование является подходящим методом уменьшения объема определенных видов отходов. Оно может включать прессование золы, образовавшейся при сжигании отходов. Следует точно определять и контролировать характеристики прессуемого материала и требуемое уменьшение объема. В число последствий прессования, которые следует учитывать при выборе или проектировании и эксплуатации уплотнителя отходов, входят следующие:

- a) возможное высвобождение летучих радионуклидов и других аэрозольных радиоактивных загрязнителей во время прессования;
- b) возможное высвобождение загрязненной жидкости во время прессования;
- c) химическая активность материала во время и после прессования;
- d) риск пожара и взрыва вследствие наличия пирофорных или взрывчатых материалов или компонентов под давлением;
- e) риски возникновения критичности при прессовании отходов, содержащих делящийся материал, в единую упаковку отходов.

6.48. Резку или демонтаж и другие методы уменьшения размеров можно применять перед кондиционированием отходов, громоздких или слишком большого размера для предстоящей переработки (например, изношенные элементы или конструкции). В процессах резки или демонтажа, как правило, используются резаки с высокотемпературным пламенем, различные методы распиливания, гидравлические ножницы, абразивная резка и плазменно-дуговая резка. При выборе метода и при эксплуатации оборудования следует учитывать необходимость в средствах предотвращения распространения дисперсного загрязнения и в противопожарной защите в случае пирофорных отходов.

6.49. Для негорючих и несжимаемых твердых отходов, для которых «выдержка и распад» или дезактивация не являются целесообразным решением, следует предусматривать прямое кондиционирование без предварительной обработки. Расплавление металлического лома с итоговой

гомогенизацией радиоактивного материала и его накоплением в шлаке можно рассматривать как средство получения материала, пригодного для повторного использования или освобождения от регулирующего контроля.

### *Жидкие отходы и сбросы*

6.50. Перед сбросом жидкостей в окружающую среду эксплуатирующая организация должна подать в регулирующий орган оценку воздействия на окружающую среду и провести процесс оптимизации защиты населения. Регулирующий орган должен использовать эти подаваемые документы в качестве основы для установления или утверждения разрешенных пределов по сбросам и условий их реализации [3, 23]<sup>8</sup>.

6.51. Методы обработки сточных вод включают выпаривание, химическое осаждение, ионный обмен, фильтрацию, центрифугирование, ультрафильтрацию, термическую обработку и обратный осмос. В каждом случае следует тщательно рассматривать ограничения технологических процессов, которые могут быть связаны с коррозией, образованием накипи, пенообразованием и риском пожара или взрыва в присутствии органического материала, в особенности в части последствий для безопасности эксплуатации и технического обслуживания. Если отходы содержат делящийся материал, следует оценивать и устранять риск возникновения критичности, насколько это практически возможно, посредством конструктивных особенностей и административных мер безопасности [33].

6.52. Отработанные ионообменные смолы могут вымываться в виде суспензии, хотя некоторые эксплуатирующие организации сохраняют смолы в виде сухого твердого материала [46, 49]. Если смолы вымываются в виде суспензии, следует принимать меры для предотвращения закупорки потока, поскольку это может привести к образованию участков с высоким уровнем радиации и потребовать специального технического обслуживания. Особую осторожность следует проявлять в случае продолжительного хранения смол, ожидающих кондиционирования, ввиду риска радиоллиза или химических реакций с образованием горючих газов, реакций, приводящих к физической деградации, или экзотермических реакций.

---

<sup>8</sup> Руководство по безопасности, посвященное радиологической оценке воздействия на окружающую среду, находится в процессе подготовки.

6.53. Жидкости для сброса могут образовываться при обработке отходов. Насколько это возможно, следует определять характеристики жидких отходов, исходя из их физических, радиологических и химических свойств, с целью облегчения сбора и сортировки. При надлежащей характеристизации может быть возможным сброс жидкости в разрешенных пределах при условии ее подходящих нерадиологических характеристик.

6.54. Все сбрасываемые жидкости должны легко смешиваться с водой. Если жидкость содержит взвешенные материалы, может потребоваться фильтрация перед сбросом. Отходы, не смешивающиеся с водой, следует полностью исключить из сброса. Кислотные или щелочные жидкости следует нейтрализовать перед сбросом. Если жидкость также содержит токсичный материал или другие химикаты, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на окружающую среду или очистку сточных вод, ее следует обработать перед сбросом в соответствии с регулирующими положениями по защите работников и населения и охране окружающей среды.

6.55. В случае неаварийных сбросов жидкостей в окружающую среду основными вариантами контроля являются системы хранения, обеспечивающие распад короткоживущих радионуклидов до сброса жидкости в окружающую среду, или системы очистки, удаляющие радионуклиды из потока стоков для захоронения другими способами. В этих двух широких категориях существует много различных вариантов. Пределы и меры контроля сбросов устанавливаются или утверждаются регулирующим органом [3, 23].

6.56. В случае органических отходов требуются стадии обращения, учитывающие не только их радиоактивность, но также их химическое органическое содержимое, поскольку оно может оказывать вредное воздействие на окружающую среду. Следует рассматривать такие стадии обращения для органических жидких отходов, как сжигание, эмульгирование для облегчения герметизации в цементе, абсорбция в матрицу, дистилляция и мокрое окисление.

#### *Газообразные отходы и сбросы*

6.57. Как и в случае сбросов жидкостей в окружающую среду, перед сбросом газов в окружающую среду эксплуатирующая организация должна подать в регулирующий орган оценку воздействия на окружающую среду и провести процесс оптимизации защиты населения. Регулирующий

орган должен использовать эти подаваемые документы в качестве основы для установления или утверждения разрешенных пределов по сбросам и условий для их реализации [3, 23].

6.58. При эксплуатации систем обработки газообразных радиоактивных отходов следует учитывать: количество обрабатываемого газа; его радиоактивность; радионуклиды, содержащиеся в газе; концентрацию дисперсного материала; химический состав; влажность; токсичность; и возможное присутствие агрессивных или взрывчатых веществ. Насколько это разумно достижимо, инертные газы с короткими периодами полураспада следует оставлять в баках выдержки или других системах выдержки, которые обеспечивают распад радионуклидов до приемлемого содержания радиоактивности или уровня концентрации активности перед сбросом в соответствии с разрешенными пределами, установленными или утвержденными регулирующим органом.

6.59. Радиоактивный дисперсный материал и аэрозоли можно удалять из газообразных отходов путем фильтрации с использованием НЕРА-фильтров. Йод можно удалять с помощью угольных фильтров, а инертные газы можно задерживать с помощью сорбционных слоев, загруженных активированным углем. Для удаления из отходящих газов газообразных химических веществ, дисперсного материала и аэрозолей следует предусматривать использование скрубберов. Если это требуется регулирующим органом или если надежность является обязательным условием для обеспечения безопасности, следует использовать системы с резервированием, например два последовательных фильтра. К дополнительным элементам системы очистки отходящих газов, которые следует рассматривать с целью выявления проблем, относятся элементы, обеспечивающие нормальную работу фильтров, такие как фильтры предварительной очистки или фильтры грубой очистки и системы контроля температуры и влажности, а также контрольно-измерительное оборудование, такое как дифференциальные манометры.

6.60. Как в случае сброса жидкостей, так и в случае газообразных сбросов оператор обязан рассматривать и модифицировать меры контроля сбросов при необходимости и по согласованию с регулирующим органом с учетом эксплуатационного опыта и любых изменений путей облучения или характеристик репрезентативного лица, которые могут повлиять на оценку доз облучения вследствие сбросов [3].

## Кондиционирование

6.61. Кондиционирование радиоактивных отходов представляет собой операции, в результате которых получается упаковка отходов, пригодная для безопасного манипулирования, перевозки, хранения и захоронения. Кондиционирование может включать в себя иммобилизацию жидких или дисперсных отходов, заключение формы отходов в контейнер и в необходимых случаях предоставление транспортного пакета.

6.62. Упаковки отходов, получающиеся в результате кондиционирования, должны удовлетворять соответствующим критериям приемлемости. Потому при определении того, какие типы предварительной обработки, обработки и кондиционирования будут необходимы, следует консультироваться с регулирующим органом и организациями, эксплуатирующими или планирующими эксплуатировать транспортные службы, пункты хранения и установки для захоронения.

6.63. Жидкие отходы часто переводятся в твердую форму посредством отверждения в соответствующей матрице, например в цементе, битуме или полимерном материале в случае низкоактивных и среднеактивных отходов или в стекле в случае высокоактивных отходов, в соответствии с критериями приемлемости отходов. Отверждения можно добиться без матричного материала, например, путем высушивания. Затем продукт помещается в контейнер.

6.64. Насколько это практически возможно, в результате процесса отверждения жидких отходов следует получать форму отходов с изложенными ниже характеристиками и свойствами:

- a) физическая и химическая совместимость отходов с любыми материалами матрицы и с контейнером;
- b) однородность;
- c) малый объем пустот;
- d) низкая проницаемость и выщелачиваемость;
- e) химическая, термическая, структурная, механическая и радиационная стабильность в течение требуемого периода времени;
- f) устойчивость к химическим веществам и микроорганизмам.

6.65. Требуемые характеристики формы твердых отходов следует рассматривать индивидуально в каждом конкретном случае. Характеристики форм отходов, перечисленные в пункте 6.64, применимы ко многим типам



твердых отходов. Некоторые из характеристик (в частности, однородность и малый объем пустот) неприменимы к некоторым видам твердых отходов. Например, элементы активной зоны обычно заключаются в толстостенные контейнеры для отходов без предварительной иммобилизации.

6.66. Следует учитывать, что некоторые процессы (например, битумизация) являются экзотермическими и могут представлять риск пожара и/или взрыва в зависимости от материала в смеси. Также следует учитывать, что некоторые металлы, такие как алюминий, магний и цирконий, могут реагировать, например, со щелочной водой в цементной суспензии или с водой, диффундирующей из бетонной матрицы, с образованием водорода. Помимо этого, частицы некоторых металлов, таких как цирконий, могут стать огнеопасными при благоприятном отношении размера частиц к площади поверхности и благоприятной среде. Поведение хелатирующих агентов, органических жидкостей или содержание масла и солей в жидких отходах также может быть проблемой в процессе кондиционирования.

6.67. В зависимости от характеристик отходов и методов манипулирования, перевозки и хранения может также потребоваться экранирование контейнера от прямого излучения. При выборе материалов для контейнера и отделки его наружной поверхности следует учитывать легкость их дезактивации. Если упаковка отходов не была изначально спроектирована так, чтобы отвечать соответствующим критериям приемлемости для перевозки, хранения или захоронения, потребуются дополнительный контейнер или транспортный пакет с целью обеспечения соответствия критериям приемлемости. Следует принимать меры для обеспечения соответствия упаковки отходов и транспортного пакета критериям приемлемости отходов и требованиям к перевозке.

6.68. Упаковка кондиционированных отходов должна сохранять целостность в течение предполагаемого периода хранения до захоронения и должна обеспечивать следующее:

- a) извлечение по окончании периода хранения;
- b) заключение в транспортный пакет, если необходимо;
- c) перевозку и манипулирование на установке для захоронения;
- d) соответствие критериям приемлемости отходов на установке для захоронения.

## **Отработавшие закрытые источники**

6.69. Отработавшие или изъятые из употребления закрытые источники могут представлять потенциально серьезную опасность, и их следует отделять от прочих отходов. Отработавшие или изъятые из употребления закрытые источники не следует подвергать прессованию, измельчению или сжиганию.

6.70. Как правило, отработавшие или изъятые из употребления закрытые источники не следует извлекать из их непосредственной защитной оболочки и не следует физически модифицировать эту оболочку. Отработавшие или изъятые из употребления закрытые источники следует хранить в их экранирующем кожухе. В случае радиоактивного загрязнения экранирующего кожуха его следует подвергнуть дезактивации или упаковать в транспортный пакет во избежание дальнейшего распространения радиоактивного загрязнения.

6.71. Следует уделять особое внимание манипулированию и хранению, а также контролю поверхностного и аэрозольного загрязнения отработавших или изъятых из употребления закрытых источников с риском утечки.

6.72. Отработавшие или изъятые из употребления закрытые радиоактивные источники следует кондиционировать, если только период полураспада содержащихся в них радионуклидов не настолько короткий, чтобы стало возможным освобождение от регулирующего контроля в течение достаточно короткого срока (например, два-три года).

## **ХРАНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ**

### **Требование 11 публикации GSR Part 5 [4]: хранение радиоактивных отходов**

**«Отходы хранятся таким образом, чтобы можно было обеспечить их инспектирование, мониторинг, извлечение и сохранение в состоянии, пригодном для последующего обращения с ними. Обеспечивается надлежащий учет в отношении предполагаемого периода хранения, и, насколько это возможно, применяются средства пассивной безопасности. В отношении, в частности, долгосрочного хранения принимаются меры по предотвращению деградации внешней защитной оболочки отходов».**

6.73. Хранение является вариантом, который следует рассматривать в стратегии обращения с отходами атомной электростанции или исследовательского реактора. Следует предусматривать надлежащее хранение на всех стадиях переработки отходов, с тем чтобы обеспечить изоляцию и охрану окружающей среды; при хранении следует также облегчать извлечение для последующих стадий. Рекомендации по хранению радиоактивных отходов и по хранению отработавшего топлива приведены в публикациях SSG-15 [9], NS-G-1.4 [10] и WS-G-6.1 [12].

6.74. При проектировании пунктов хранения следует также учитывать вид радиоактивных отходов, их характеристики и связанные с ними опасности, количество радиоактивного материала и предполагаемый период хранения. Следует предусматривать регулярный мониторинг, инспекции и техническое обслуживание отходов и пункта хранения, с тем чтобы обеспечивать их постоянную целостность. Также следует предусматривать средства для поддержания эксплуатационных характеристик таких пунктов хранения в приемлемых эксплуатационных и определенных регулирующим органом пределах.

6.75. В необходимых случаях в зонах хранения радиоактивных стоков или радиоактивных отходов перед обработкой и сбросом следует предусматривать защитную оболочку. Следует также учитывать необходимость обеспечения хранения перемещаемых отходов и перемещения отходов из зон хранения.

6.76. При проектировании пунктов хранения и упаковок отходов следует учитывать форму отходов (т.е. твердые, жидкие или газообразные), содержание и периоды полураспада радионуклидов, уровни концентрации активности, общее количество радиоактивного материала, нерадиологические характеристики и предполагаемую продолжительность хранения. Конструктивные особенности и эксплуатация пункта хранения должны обеспечивать возможность получения, перемещения, хранения и извлечения отходов без ненужного профессионального облучения, облучения населения или воздействия на окружающую среду.

6.77. Следует обеспечивать достаточную емкость хранилища радиоактивных отходов, образующихся в процессе нормальной работы, и резервную емкость для отходов, образующихся при любых инцидентах или нештатных событиях. Расширение этой емкости может потребоваться в случае, если нет возможности перемещать отходы за пределы площадки, например, по причине отсутствия установки для захоронения.

6.78. Насколько это практически возможно, радиоактивные отходы следует хранить в пассивном состоянии (например, когда радиоактивный материал подвергнут иммобилизации, форма отходов и контейнер физически и химически стабильны и устойчивы к деградации, предусмотрена защитная оболочка, использующая многобарьерный подход, функции безопасности обеспечиваются пассивными системами, а потребность в активных системах или техническом обслуживании сведена к минимуму, и среда в хранилище оптимизирует срок эксплуатации контейнера для отходов). Эксплуатирующей организации следует обеспечивать поддержание целостности конструкций, оборудования, форм отходов и контейнеров в течение всего предполагаемого срока хранения. Следует учитывать взаимодействия между отходами, контейнерами и окружающей средой (например, процессы коррозии вследствие химических или гальванических реакций). Для определенных типов отходов (например, агрессивных жидких отходов) следует принимать специальные меры предосторожности, такие как использование контейнеров с двойными стенками и непроницаемой облицовки.

6.79. Радиоактивные отходы, содержащие короткоживущие радионуклиды, можно собирать и хранить, пока их радиоактивность не снизится до уровней, позволяющих произвести разрешенный сброс, разрешенное использование или освобождение отходов от регулирующего контроля. Хранение также может быть необходимым по эксплуатационным причинам, например, чтобы позволить перемещение отходов за пределы площадки по истечении установленного времени.

6.80. Радиоактивные отходы следует хранить обособленно, чтобы обеспечить возможность их извлечения для дальнейшей обработки, кондиционирования, перемещения на другой пункт хранения или другую установку для захоронения. Радиоактивные отходы следует хранить отдельно от нерадиоактивных промышленных отходов во избежание радиоактивного загрязнения промышленных отходов, утраты контроля над радиоактивным материалом или повышенного облучения работников или населения. Может потребоваться уделить особое внимание хранению делящихся материалов во избежание возникновения конфигураций хранения, которые могут привести к проблемам критичности.

6.81. В пункте хранения следует обеспечивать надлежащую вентиляцию для удаления газов, образующихся при нормальной эксплуатации или в предполагаемых аварийных условиях. В проектах пунктов хранения горючих отходов предусматривать меры по предотвращению, обнаружению

и тушению пожаров. В пунктах хранения жидких высокоактивных отходов следует предусматривать системы очистки отходящих газов, использующие соответствующие системы фильтрации для контроля того, что выбросы аэрозольных эфлюентов находятся в установленных регулирующим органом пределах.

6.82. Следует разработать и реализовать систему отслеживания для упаковок отходов. Система должна обеспечивать идентификацию упаковок отходов и их мест нахождения и определение инвентарного перечня хранящихся отходов. Требуемый уровень сложности системы отслеживания отходов (например, маркировка и штриховое кодирование) следует определять на основе общих национальных обязательств и потребностей в захоронении. Более подробная техническая информация о разработке систем отслеживания отходов приведена в публикации [47].

6.83. Если предполагается хранить отходы на атомной электростанции или в исследовательском реакторе в течение длительных периодов времени до их захоронения или после окончательного останова и вывода из эксплуатации атомной электростанции или исследовательского реактора, регулирующему органу следует подтвердить, что эксплуатирующая организация предоставит необходимые людские, технические и финансовые ресурсы на срок эксплуатации пункта хранения.

## КРИТЕРИИ ПРИЕМЛЕМОСТИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

### **Требование 12 публикации GSR Part 5 [4]: критерии приемлемости радиоактивных отходов**

**«Упаковки отходов и неупакованные отходы, приемлемые для переработки, хранения и/или захоронения, отвечают определенным критериям в соответствии с обоснованием безопасности».**

6.84. Необходимо разрабатывать критерии приемлемости радиоактивных отходов на установках для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением [4]. Следует учитывать все соответствующие эксплуатационные пределы и условия атомной электростанции или исследовательского реактора и установки для обращения с отходами (в соответствии с обоснованием безопасности), а также будущей установки для захоронения. Важной целью обращения с радиоактивными отходами

перед захоронением является производство упаковок отходов, пригодных для безопасного манипулирования, перевозки, хранения и захоронения. В частности, отходы следует кондиционировать для обеспечения соответствия критериям приемлемости для захоронения. Для того чтобы обеспечить разумную уверенность в том, что кондиционированные отходы могут быть приемлемы для захоронения, хотя конкретные требования могут еще не быть установлены, следует, насколько это возможно, прогнозировать варианты будущего захоронения отходов и связанные с ними критерии приемлемости отходов. Для соответствия критериям приемлемости отходов можно предусмотреть транспортный пакет, разработанный с учетом конкретных условий захоронения, характеристик отходов и технических компонентов установки для захоронения. Такой транспортный пакет также может быть решением для выполнения требований к перевозке.

6.85. В дополнении I приведен перечень типичных свойств и характеристик, которые следует учитывать при обращении с упаковками отходов и отработавшим ядерным топливом, заявленным как отходы. Для того чтобы обеспечить приемлемость упаковок отходов для захоронения, следует создать в качестве элемента системы менеджмента программу разработки процесса кондиционирования. Программа кондиционирования должна подлежать утверждению регулирующим органом. Следует разработать программу обеспечения качества и контроля упаковок отходов и включить ее в систему менеджмента. После утверждения программы обеспечения качества регулирующим органом следует реализовать ее в качестве средства обоснования соответствия критериям приемлемости отходов установки для захоронения.

6.86. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать, чтобы радиоактивные отходы, принимаемые на установке (и на оборудовании), соответствовали установленным критериям приемлемости. Процедуры определения соответствия критериям приемлемости следует включать в систему менеджмента.

6.87. Следует обеспечивать наличие соответствующих методов определения характеристик отходов для демонстрации их соответствия обоснованию безопасности и критериям приемлемости отходов для последующих стадий процесса обращения с отходами.

6.88. Эксплуатирующей организации следует предусмотреть особые меры на случай получения упаковок отходов с характеристиками, не соответствующими критериям приемлемости. Такие меры могут включать

помещение упаковки отходов в безопасную и защищенную зону изоляции, возврат упаковки отходов на установку происхождения отходов или отправку на альтернативную установку для обработки.

## СООБРАЖЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕЧЕНИЕ ВСЕГО СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

### Выбор площадки и проектирование

#### **Требование 17 публикации GSR Part 5 [4]: местоположение и проектирование установок**

**«Установки для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением размещаются и проектируются таким образом, чтобы обеспечивать безопасность в течение ожидаемого срока эксплуатации как в нормальных, так и в возможных аварийных условиях, и в течение их снятия с эксплуатации».**

6.89. Требования к оценке площадок для ядерных установок установлены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № NS-R-3 (Rev. 1) «Оценка площадок для ядерных установок» [50], рекомендации по применению дифференцированного подхода при выборе и оценке площадки приведены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-9 «Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations» («Сейсмические опасности при оценке площадок для ядерных установок») [51], публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-18 «Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations» («Метеорологические и гидрологические опасности при оценке площадок для ядерных установок») [52], публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-21 «Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations» («Вулканические опасности при оценке площадок для ядерных установок») [53] и публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-35 «Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations» («Обследование площадок и выбор площадок для ядерных установок») [54]. Требования к проектированию атомных электростанций и исследовательских реакторов изложены соответственно в публикациях SSR-2/1 (Rev. 1) [19] и NS-R-4 [21]; рекомендации по проектированию пунктов хранения отработавшего топлива и требования к обращению с отходами при проектировании исследовательских реакторов приведены соответственно в публикации SSG-15 [9] и публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № NS-G-4.6 «Radiation Protection

and Radioactive Waste Management in the Design and Operation of Research Reactors» («Радиационная защита и обращение с радиоактивными отходами при проектировании и эксплуатации исследовательских реакторов») [55].

6.90. Хотя установки для переработки отходов и пункты хранения отходов могут находиться на удалении от реактора (например, централизованные установки для обращения с отходами), их следует, насколько это практически возможно, размещать в той же зоне, где находится атомная электростанция или исследовательский реактор, с тем чтобы уменьшить потребность в перевозке некондиционированных отходов между местами переработки и хранения.

6.91. В целом в проект атомной электростанции и исследовательского реактора следует включать элементы, способствующие безопасному манипулированию, хранению, перевозке, захоронению радиоактивных отходов и контролю выбросов. Проект должен быть таким, чтобы обеспечивалась надлежащая гибкость установок при выполнении операций манипулирования с поврежденными контейнерами и радиоактивными отходами нестандартного физического или химического состава.

6.92. Проект атомной электростанции или исследовательского реактора должен быть таким, чтобы минимизировать образование радиоактивных отходов на всех этапах срока эксплуатации, включая вывод из эксплуатации. Такие соображения должны быть совместимы с обоснованием безопасности и установленными регулирующим органом пределами доз облучения. В проекте следует рассмотреть необходимый объем вентилирования защитной оболочки или средств локализации в эксплуатационных состояниях с целью предотвращения накопления радиоактивных газов.

6.93. В проект исследовательского реактора следует включать положения о безопасном обращении с твердыми, жидкими и газообразными радиоактивными отходами, связанными с экспериментальными устройствами. Следует учитывать изменчивый характер радиоактивных отходов и обстоятельства, которые могут влиять на характеристики отходов, в особенности при проектировании защитных экранов и защитной оболочки. Меры, используемые в проектах исследовательских реакторов, могут различаться, но должны включать следующее:



- a) выбор материалов, плохо поддающихся активации (например, использование пластика для пневматической системы перемещения облучаемых мишеней «rabbit») или быстро распадающихся после активации (например, использование алюминиевых компонентов вблизи активной зоны);
- b) припуски на тепловое расширение и сжатие воды в бассейне, позволяющие избежать или свести к минимуму перелив в сборные баки жидкостей;
- c) минимизация воздушного пространства рядом с нейтронными источниками для уменьшения образования аргона-41 путем активации тепловыми нейтронами.

6.94. При проектировании атомной электростанции или исследовательского реактора и связанных с ней(ним) установок для обращения с отходами следует уделять надлежащее внимание таким вопросам:

- a) безопасность по условиям критичности;
- b) контроль доступа в зоны переработки и хранения отходов и контроль перемещений между зонами облучения и зонами контроля радиоактивного загрязнения;
- c) надлежащий выбор технологических газов и устройств для распада (например, использование баков выдержки или сборных баков) для минимизации выбросов радиоактивного материала;
- d) необходимость извлечения хранящихся отходов (включая отходы, образовавшиеся в процессе эксплуатации);
- e) характеристика отходов и контроль инвентарных запасов;
- f) инспекции отходов и их защитной оболочки;
- g) средства работы с отходами и упаковками отходов, не отвечающими техническим условиям;
- h) контроль жидких и газообразных эфлюентов;
- i) обращение с отходами, представляющими нерадиологическую опасность;
- j) работы по техническому обслуживанию и окончательный вывод из эксплуатации.

6.95. Меры по обращению с газообразными радиоактивными отходами и газообразными выбросами, подлежащие рассмотрению при проектировании атомной электростанции или исследовательского реактора, должны включать следующее:

- a) обеспечение отвода радиоактивных газов через соответствующие воздуховоды и доведения их до контролируемой(ых) точки (точек) выброса;
- b) обеспечение таких средств, как дымовые трубы для разрешенного выброса газообразных радиоактивных отходов, и методов отбора проб и мониторинга таких выбросов.

6.96. Меры по обращению с жидкими радиоактивными отходами и жидкими эфлюентами (включая отходы, образующиеся из ионообменных смол), подлежащие рассмотрению при проектировании атомной электростанции или исследовательского реактора, должны включать следующее:

- a) сбор радиоактивных жидких эфлюентов в общей точке, например в баке выдержки, либо для повторного использования (например, обработки с использованием смол или отверждения), либо по причине того, что уровни радиоактивности слишком высоки для их непосредственного сброса в окружающую среду;
- b) средства мониторинга выбросов жидких радиоактивных отходов с низкими уровнями радиоактивности с целью выявления потенциального повышения концентраций радионуклидов ниже по течению от места сброса;
- c) обращение и контроль жидких радиоактивных отходов с более высокими уровнями радиоактивности, таких как отходы, которые могут образовываться при плановых капитальных остановках исследовательских реакторов некоторых типов;
- d) меры по обеспечению хранения с целью радиоактивного распада направленные на минимизацию сбросов радиоактивного материала;
- e) меры по обеспечению отбора репрезентативных проб из баков выдержки и их контроля перед выпуском жидкого содержимого, предпочтительно в точке сброса;
- f) меры по обеспечению сортировки жидких отходов по радиоактивности (периоду полураспада радионуклида, удельной активности), составу (органические отходы и водосодержащие отходы, водосодержащие отходы с низким и высоким содержанием солей) и фазовому состоянию (ионообменные смолы, шлам);

- g) меры по обеспечению в необходимых случаях хранения отработанных ионообменных смол и обезвреживания жидких отходов;
- h) меры по обеспечению фильтрации в линиях сбора жидких отходов для предотвращения выброса твердых веществ;
- i) меры по обеспечению смешивания и/или гомогенизации хранящихся жидкостей и суспензий для предотвращения расслоения и облегчения отбора репрезентативных образцов из баков и хранилищ;
- j) меры по предотвращению объединения жидких отходов, приводящего к образованию смешанных отходов или нежелательным химическим реакциям (например, образованию водорода).

6.97. Меры по обращению с твердыми радиоактивными отходами, подлежащие рассмотрению при проектировании атомной электростанции или исследовательского реактора, должны включать следующее, насколько это применимо:

- a) обеспечение сортировки отходов по виду (т.е. по массе, физической форме, объему, изотопному составу и концентрации активности);
- b) средства для обращения, упаковки и хранения твердых радиоактивных отходов низкого уровня и очень низкого уровня активности (например, загрязненное очистное оборудование, одежда, бумага и инструменты);
- c) средства для обращения, упаковки и хранения твердых радиоактивных отходов промежуточного уровня активности (например, отходы при использовании ионообменных смол, вентиляционных фильтров и угольных фильтров-поглотителей);
- d) средства для манипулирования, упаковки и хранения твердых радиоактивных отходов высокого уровня активности (например, активированные металлические изделия);
- e) зоны и инструменты для манипулирования с отходами и погрузки отходов;
- f) оборудование и инструменты для радиационной защиты;
- g) меры по обеспечению того, что при освобождении радиоактивного материала в разрешенной практической деятельности от дальнейшего регулирующего контроля и контроле выбросов соблюдаются разрешенные пределы;
- h) меры по недопущению объединения отходов разного вида с образованием смешанных отходов.

6.98. Атомную электростанцию или исследовательский реактор и связанные с ними установки для обращения с отходами следует проектировать так, чтобы предотвращать взаимодействия между материалами, которые могут нарушить изоляцию отходов или снизить безопасность на установке.

6.99. Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением также может повлечь за собой обращение с нерадиоактивными опасными материалами. Следует принимать меры, с тем чтобы обеспечивать обращение с ними в соответствии с применимыми регулирующими положениями, касающимися опасных материалов, и учитывать потенциальные взаимодействия между радиоактивными и нерадиоактивными составляющими.

6.100. В случае кондиционирования отходов следует учитывать и предусматривать в конструкции упаковки отходов все соответствующие характеристики формы отходов. Упаковка отходов должна обеспечивать надлежащую локализацию и экранирование и должна иметь достаточные теплоотводящие свойства.

6.101. В проект атомной электростанции или исследовательского реактора и связанной с ней(ним) установки для обращения с тепловыделяющими отходами следует включать системы (например, систему контроля и регулировки температуры), способные поддерживать температуру отходов в допустимых пределах на всех стадиях обращения с радиоактивными отходами перед захоронением, как в эксплуатационных состояниях (при нормальной эксплуатации и ожидаемых при эксплуатации событиях), так и в аварийных условиях. Такие температурные пределы следует устанавливать, исходя из свойств отходов и упаковок отходов, с учетом свойств материалов контейнера, конструкции защитной оболочки и формы отходов на всех стадиях обращения, включая хранение. Системы охлаждения пункта хранения кондиционированных высокорadioактивных отходов должны в максимально возможных пределах быть пассивными и требующими минимального технического обслуживания. При использовании принудительной циркуляции охлаждающей жидкости система охлаждения должна быть высоконадежной и резервированной (живучей). Примерами особенностей, повышающих надежность систем охлаждения, являются возможности работы в условиях осаждения твердых веществ и образования наслоений на поверхностях, что может снижать эффективность отвода тепла. Сам пункт хранения следует проектировать таким образом, чтобы он был способен выдерживать временную потерю охлаждения без ущерба

для хранящихся отходов. Кроме того, на случай таких непредвиденных обстоятельств следует предусмотреть средства смягчения последствий или восстановления.

## **Строительство и ввод в эксплуатацию**

### **Требование 18 публикации GSR Part 5 [4]: строительство и ввод в эксплуатацию установок**

**«Строительство установок для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением ведется в соответствии с проектом, который описывается в обосновании безопасности и утверждается регулирующим органом. Ввод установки в эксплуатацию осуществляется для проверки того, что оборудование, конструкции и элементы систем, а также установка в целом функционируют так, как это запланировано».**

6.102. Руководящие материалы по строительству атомных электростанций приведены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-38 «Construction for Nuclear Installations» («Строительство ядерных установок») [56]. Требования и рекомендации по вводу в эксплуатацию атомных электростанций изложены в публикации SSR-2/2 (Rev. 1) [20] и публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-28 «Ввод в эксплуатацию атомных электростанций» [57], тогда как требования и рекомендации по вводу в эксплуатацию исследовательских реакторов приведены в публикации № NS-R-4 [21] и публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № NS-G-4.1, «Commissioning of Research Reactors» («Ввод в эксплуатацию исследовательских реакторов») [58].

6.103. В случае модульных систем хранения основная часть ввода в эксплуатацию будет выполняться при загрузке первого модуля хранения. Некоторые из процессов ввода в эксплуатацию могут стать частью плановой работы по мере ввода в эксплуатацию новых модулей. Однако изменение конструкции модуля может потребовать повторения некоторых стадий ввода в эксплуатацию для новой конструкции [9].

## Эксплуатация

### Требование 19 в GSR Part 5 [4]: эксплуатация установки

**«Эксплуатация установок для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением осуществляется в соответствии с национальными регулирующими положениями и условиями, предписанными регулирующим органом. Эксплуатация основывается на документально оформленных процедурах. Для обеспечения безопасной работы установки должное внимание уделяется ее техническому обслуживанию. Планы аварийной готовности и реагирования, если они будут разработаны оператором, подлежат утверждению регулирующим органом».**

6.104. Требования к эксплуатации атомных электростанций изложены в публикации SSR-2/2 (Rev. 1) [20], а требования к эксплуатации исследовательских реакторов — в публикации NS-R-4 [21]. Следует подготавливать инструкции и процедуры для нормальной эксплуатации атомной электростанции или исследовательского реактора и связанной с ней(ним) установки для обращения с отходами и для аварийных условий. Инструкции и процедуры следует подготавливать для того, чтобы они были доступны по первому требованию назначенных ответственных лиц.

6.105. Меры по предотвращению и ограничению облучения, связанного с радиоактивными отходами, образующимися при нормальной эксплуатации, должны включать следующее:

- a) положения по изоляции радиоактивных отходов от персонала установки и населения, включая контроль доступа, например, путем размещения установки с учетом потенциальной возможности радиоактивного загрязнения и облучения;
- b) положения по дозиметрическому контролю и визуальным инспекциям в случаях манипулирования с отходами или их перемещения (помещение на хранение, извлечение или вывоз с площадки);
- c) положения по обнаружению, сбору и обработке проливов жидкостей;
- d) положения по дезактивации персонала и оборудования;
- e) положения по манипулированию с радиоактивными отходами, образующимися при работах по дезактивации.

6.106. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать тщательное рассмотрение эксплуатационных процедур, связанных с поддержанием докритического состояния, и их сравнение с требованиями к безопасности проекта. Это может включать подтверждающий анализ и рассмотрение регулирующим органом. Некоторые из факторов, которые следует учитывать при этом рассмотрении, таковы:

- a) вид и класс отходов, подлежащих хранению;
- b) геометрические параметры, необходимые для обеспечения докритического состояния;
- c) зависимость докритического состояния от поглотителей нейтронов;
- d) условия оптимального замедления и отражения;
- e) форма отходов и упаковки отходов;
- f) операции манипулирования;
- g) вероятность нештатной работы;
- h) анализ глубокоэшелонированной защиты.

6.107. Соображения защиты и безопасности, которые следует учитывать при разработке противоаварийных мероприятий, рассмотрены в публикациях Серии норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-2.1 «Мероприятия по обеспечению готовности к ядерной или радиологической аварийной ситуации» [37] и № GSG-2 «Критерии для использования при обеспечении готовности и реагировании в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации» [38]. При разработке противоаварийных мероприятий эксплуатирующей организации следует рассматривать, наряду с прочим, перечисленные ниже события:

- a) отказ систем для манипулирования, например, серьезный отказ крана или падение грузов;
- b) потеря связанных с безопасностью технологических систем, таких как системы электроснабжения, подачи технической воды, сжатого воздуха и системы вентиляции;
- c) взрывы, в том числе взрывы вследствие скопления газов, образовавшихся при радиоллизе;
- d) пожары, которые могут повреждать важные для безопасности единицы оборудования;
- e) внешние опасные природные явления, такие как экстремальные погодные условия и землетрясения;
- f) столкновения с транспортным средством (например, повреждение вилочными погрузчиками экранировки, обеспечивающего безопасность оборудования или контейнеров);

- g) возникновение критичности вследствие нарушения условий хранения;
- h) отказ систем безопасности, сигнализаторов и систем раннего предупреждения;
- i) внешние антропогенные опасности (авиакатастрофа или саботаж и иные злоумышленные действия).

6.108. Следует систематически проводить сбор, скрининг, анализ и/или рассмотрение опыта эксплуатации и событий на установке для обращения с отходами, а также сообщения об опыте эксплуатации и событиях на аналогичных установках. Выводы следует делать и внедрять с использованием надлежащей процедуры учета обратной связи. Любые новые нормы, регулирующие положения или руководящие материалы регулирующего органа также следует рассматривать с целью проверки их применимости для обеспечения безопасности на установке. Такую обратную связь следует использовать как при проектировании, так и при эксплуатации установки для обращения с отходами.

### **Эксплуатационные пределы и условия**

6.109. Эксплуатационные пределы и условия следует разрабатывать на основе:

- a) проектных спецификаций, эксплуатационных параметров и результатов пусконаладочных испытаний;
- b) уязвимости важных для безопасности узлов и рассмотрения сценариев, связанных с отказом узлов, возникновением конкретных событий или изменением эксплуатационных параметров;
- c) точности и калибровки контрольно-измерительной аппаратуры для измерения связанных с безопасностью эксплуатационных параметров;
- d) учета технических характеристик каждого важного для безопасности узла и необходимости обеспечивать продолжение функционирования таких узлов в случае возникновения или повторения любого заданного отказа;
- e) необходимости обеспечения эксплуатационной готовности важных для безопасности узлов с целью обеспечения безопасности в эксплуатационных состояниях, в том числе во время технического обслуживания;
- f) спецификации оборудования, которое должно находиться в состоянии эксплуатационной готовности, с тем чтобы обеспечить полное и надлежащее реагирование на постулированные исходные события или аварийные условия;



- g) минимальной укомплектованности кадрами, необходимой для безопасной эксплуатации установки для обращения с отходами.

6.110. Следует на постоянной основе рассматривать эксплуатационные пределы и условия, которые, возможно, также придется пересматривать по мере необходимости в соответствии с национальной регулирующей основой по следующим причинам:

- a) по результатам опыта эксплуатации;
- b) после внесения модификаций в установку и/или изменения вида радиоактивных отходов;
- c) в рамках процесса периодического пересмотра обоснования безопасности (в том числе при периодическом анализе безопасности) установки;
- d) в случае значимых изменений законодательных или регуляторных условий.

### **Техническое обслуживание**

6.111. В целом график технического обслуживания следует составлять, исходя из требований оценки безопасности, и в нем следует учитывать:

- a) анализ требований технического обслуживания на основании предыдущего опыта или иных применимых данных (таких как рекомендации изготовителей);
- b) планирование работ с учетом наличия квалифицированного персонала, инструментов и материалов (включая запасные части);
- c) программу мониторинга для обеспечения радиационной защиты и промышленной безопасности;
- d) возможность потери функции локализации радиоактивного загрязнения;
- e) влияние других работающих на площадке установок.

6.112. Утверждение и реализацию программы технического обслуживания, инспекций и испытаний и утверждение связанных с ними рабочих процедур и критериев приемлемости следует осуществлять эксплуатационному персоналу, обладающему надлежащей квалификацией и опытом.

## **Программа радиационной защиты**

6.113. Следует разработать программу радиационной защиты, обеспечивающую классификацию зон установки для обращения с отходами в соответствии с уровнями радиации и возможностью радиоактивного загрязнения. В эту программу следует включать мониторинг и контроль всех соответствующих радиационных рисков на установке, а также включать меры по обеспечению того, что облучение персонала, работающего на установке, оценивается, регистрируется, оптимизируется и удерживается на уровне ниже предельных доз. Следует также разработать программу планирования работ для обеспечения того, что дозы облучения сохраняются на разумно достижимом минимальном уровне.

## **Мероприятия по обеспечению аварийной готовности и реагированию**

6.114. Следует разрабатывать, документально оформлять и предоставлять соответствующему персоналу планы аварийных мероприятий и аварийные процедуры. Такие планы и процедуры следует подвергать периодическому рассмотрению и пересмотру в необходимых случаях в свете прошлого опыта и после любых изменений, которые могут повлиять на аварийные мероприятия. Соответствующий персонал должен быть квалифицированным и обученным реализации этих планов и процедур. Аварийные мероприятия следует регулярно проверять в ходе учений, а полученные результаты следует по мере необходимости включать в аварийные мероприятия. Имеющаяся система менеджмента должна обеспечивать наличие и рабочее состояние оборудования, материалов, систем связи и иных ресурсов, требуемых для реагирования на аварийную ситуацию, когда они необходимы [36, 37].

## **Вывод из эксплуатации**

### **Требование 20 в GSR Part 5 [4]: останов и снятие с эксплуатации установок**

**«На этапе проектирования оператор разрабатывает первоначальный план останова и снятия с эксплуатации установок для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением и периодически обновляет его в течение всего периода эксплуатации. Снятие установки с эксплуатации осуществляется на основе плана окончательного снятия с эксплуатации, утвержденного**

**регулирующим органом. Кроме того, предоставляются гарантии наличия достаточных финансовых средств для осуществления останова и снятия с эксплуатации».**

6.115. Требования по выводу из эксплуатации изложены в публикации GSR Part 6 [30], а рекомендации приведены в публикации WS-G-2.1 [34]. Указанные в публикации GSR Part 6 [30] ключевые элементы, рассматриваемые при планировании вывода из эксплуатации установок для обращения с отходами, включают следующее:

- a) выбор стратегии вывода из эксплуатации, которая:
  - i) соответствует национальной политике обращения с радиоактивными отходами;
  - ii) учитывает оптимизацию защиты и безопасности;
  - iii) применяет дифференцированный подход;
  - iv) обеспечивает учет взаимозависимостей при планировании индивидуальных установок (для площадок с несколькими установками);
  - v) подкрепляется оценкой безопасности и оценкой воздействия на окружающую среду;
- b) подготовку и представление регулирующему органу на утверждение начального плана вывода из эксплуатации для определения вариантов вывода из эксплуатации, демонстрации их технической осуществимости, обеспечения наличия достаточных финансовых ресурсов и определения категорий и оценки количеств образующихся отходов;
- c) создание и реализацию комплексной системы менеджмента, которая охватывает все аспекты вывода из эксплуатации, воспитывает культуру безопасности и обеспечивает единую основу для мероприятий и процессов, необходимых для достижения целей эксплуатирующей организации;
- d) оценку стоимости мероприятий по выводу из эксплуатации и создание механизма предоставления достаточных финансовых ресурсов для покрытия связанных с этим затрат, включая обращение с образующимися радиоактивными отходами;
- e) проведение радиологических обследований и получение информации о радиологических условиях в поддержку предоставления базовых данных;
- f) подготовку и хранение надлежащей учетной документации и отчетов, относящихся к выводу из эксплуатации (например, учетной документации и отчетов о событиях).

6.116. В плане вывода из эксплуатации атомной электростанции или исследовательского реактора следует учитывать возможное присутствие отработавшего топлива и высокоактивных отходов и следует рассматривать потенциальные опасности, которые могут приводить к получению работниками высоких доз внешнего или внутреннего облучения или к авариям с возникновением критичности, а также нерадиологические опасности.

6.117. Первоначальную версию плана вывода из эксплуатации следует подготавливать при проектировании установки для обращения с отходами [30].

6.118. В процессе эксплуатации установки следует периодически рассматривать и обновлять первоначальный план вывода из эксплуатации и дополнять его в следующих аспектах:

- a) технологические разработки в области вывода из эксплуатации;
- b) возможные внешние природные и антропогенные опасности;
- c) модификации систем и конструкций, влияющие на план вывода из эксплуатации;
- d) поправки в регулирующих положениях и изменения в государственной политике;
- e) возможное долгосрочное хранение радиоактивных отходов на площадке после окончательного останова реактора или доставка радиоактивных отходов на имеющую официальное разрешение установку для хранения или захоронения в соответствии с требованиями к перевозке;
- f) наличие вариантов захоронения и критерии приемлемости отходов для захоронения;
- g) сметы расходов, финансовое обеспечение и обновление финансирования вывода из эксплуатации на основании обновлений данных характеристики и обоснования безопасности;
- h) обеспечение наличия надлежащим образом обученного, квалифицированного и компетентного персонала для проекта вывода из эксплуатации.

## Дополнение I

### КЛЮЧЕВЫЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ УЧЕТА ПРИ ОБРАЩЕНИИ С УПАКОВКАМИ ОТХОДОВ И ОТРАБОТАВШИМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ, ЗАЯВЛЕННЫМ КАК ОТХОДЫ

ТАБЛИЦА 1. КЛЮЧЕВЫЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ УЧЕТА ПРИ ОБРАЩЕНИИ С УПАКОВКАМИ ОТХОДОВ И ОТРАБОТАВШИМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ, ЗАЯВЛЕННЫМ КАК ОТХОДЫ

Свойства и характеристики	Радиоактивные отходы*	Некондиционированное топливо	Кондиционированное топливо
<i>Радиологические данные:</i> количество и типы радионуклидов, период полураспада и радиоактивность каждого радионуклида, суммарное содержание радиоактивности, уровень концентрации активности, тепловыделение	X	X	X
<i>Данные топлива:</i> тип, предыстория энерговыделения, начальное содержание делящихся материалов, выгорание и время выдерживания		X	X
<i>Радиоактивность:</i> $\beta$ - $\gamma$ и $\alpha$ — активность радионуклидов для основных источников радиоактивности	X	X	X
<i>Безопасность по условиям критичности:</i> геометрическая конфигурация, концентрация и количества делящихся материалов (например, U-233, U-235, Pu-239, Pu-241), присутствие «нейтронных ядов» и демонстрация некритичности (с учетом соответствующих запасов по надежности)	X	X	X

ТАБЛИЦА 1. КЛЮЧЕВЫЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ УЧЕТА ПРИ ОБРАЩЕНИИ С УПАКОВКАМИ ОТХОДОВ И ОТРАБОТАВШИМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ, ЗАЯВЛЕННЫМ КАК ОТХОДЫ (продолжение)

Свойства и характеристики	Радиоактивные отходы*	Некондиционное топливно	Кондиционное топливно
<i>Мощность дозы:</i> мощность дозы нейтронного и гамма-облучения у поверхности и на расстоянии 1 м	X	X	X
<i>Поверхностное радиоактивное загрязнение:</i> уровни $\beta$ - $\gamma$ и $\alpha$ загрязнения	X		X
<i>Термические свойства:</i> тепловая мощность, теплопроводность и расчетные максимальные температуры (с охлаждением и без охлаждения с использованием технических систем)		X	X
<i>Физические свойства:</i> плотность, пористость, проницаемость для воды и газов, термическая стабильность, однородность и совместимость с матрицей, процентное содержание включенной воды или выпотевание воды под действием сжимающей нагрузки, усадки и твердения, выщелачиваемость и интенсивность коррозии, прочность на растяжение, прочность на сжатие и стабильность геометрических размеров	X	Только плотность	
<i>Химические свойства:</i> pH, основные химические агенты и соединения, токсичные вещества и вызывающие коррозию соединения	X	X	
<i>Масса отходов и/или упаковки отходов:</i> общая масса (масса формы отходов и контейнера, если применимо)	X	X	X

ТАБЛИЦА 1. КЛЮЧЕВЫЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ УЧЕТА ПРИ ОБРАЩЕНИИ С УПАКОВКАМИ ОТХОДОВ И ОТРАБОТАВШИМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ, ЗАЯВЛЕННЫМ КАК ОТХОДЫ (продолжение)

Свойства и характеристики	Радиоактивные отходы*	Некondиционнo- рованное топливо		Кондиционнo- рованное топливо	
<i>Качество пeнaлa и/или кoнтeйнepa</i> : спецификация материала, масса тары, размеры, коррозионная стойкость, характеристики средств укупоривания и герметизации, качество сварки, заводская сертификация материала, документация по обеспечению качества из процесса кондиционирования, совместимость с формой отходов	X		X		
<i>Качество упаковок отходов</i> : диффузия и выщелачивание радионуклидов в водной среде, выделение газа при стандартных атмосферных условиях или условиях приемки, диффузия трития при стандартных атмосферных условиях или условиях приемки, способность фиксации и удержания радионуклидов, водо- и газонепроницаемость устройств герметизации упаковок	X				
<i>Штaбeлизирyeмoсть и мaнипулирoвaниe</i> : число упаковок, укладываемых в штабель без деформации, результаты испытания упаковок на падение и требования к подлему упаковок (например, особенности подъема)	X		X		
<i>Маркировка упаковок</i> : уникальная постоянная идентификация	X				X
<i>Качество материала матрицы</i> : документация по сертификации и обеспечению качества материала матрицы	X				X

ТАБЛИЦА 1. КЛЮЧЕВЫЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ УЧЕТА ПРИ ОБРАЩЕНИИ С УПАКОВКАМИ ОТХОДОВ И ОТРАБОТАВШИМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ, ЗАЯВЛЕННЫМ КАК ОТХОДЫ (продолжение)

Свойства и характеристики	Радиоактивные отходы*		Некondициони- рованное топливо		Кондициони- рованное топливо	
<i>Массовые доли формы отходов:</i> доли отходов, фиксирующих материалов и добавок		X				X
<i>Прочность упаковки отходов:</i> поведение при циклическом изменении температуры, чувствительность к повышенным температурам и поведение в огне, поведение в условиях продолжительного облучения, чувствительность матрицы к контакту с водой, стойкость к воздействию микроорганизмов, коррозионная стойкость во влажной среде (для металлических контейнеров), пористость и степень газонепроницаемости, вероятность вслучивания вследствие внутреннего накопления выделяющихся газов		X				
<i>Стабильность упаковки:</i> характеристики коррозии и/или выщелачивания в соответствующей атмосфере или водных растворах, данные по долговременной коррозии, влияние площади поверхности и растворимости радионуклидов в соответствующих водных растворах				X		X

\* Не все элементы могут требоваться; конкретные необходимые элементы определяются соответствующими критериями приемлемости



## Дополнение II

### ПРОГРАММА ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ДЛЯ КОНКРЕТНОЙ УСТАНОВКИ

II.1. В содержание программы обращения с отходами для конкретной установки следует включать:

- a) описание процессов, в ходе которых на установке образуются радиоактивные отходы;
- b) описание потоков радиоактивных отходов и усилий, которые необходимо предпринять для того, чтобы избежать и минимизировать их;
- c) пределы и условия, необходимые для безопасного обращения с отходами;
- d) исчерпывающий перечень категорий отходов, их ожидаемого образования и количеств, включая отходы прошлых лет и унаследованные отходы;
- e) определение принципов и целей обращения с отходами для конкретной установки;
- f) определение вариантов обращения с отходами и связанных с ними стадий, а также взаимозависимостей между стадиями обращения с отходами;
- g) определение финансирования для реализации программы обращения с отходами на протяжении срока эксплуатации установки, включая ее вывод из эксплуатации и возможное долгосрочное хранение радиоактивных отходов;
- h) обоснование выбора подходящих вариантов обращения с отходами на основании вышеизложенных элементов (a)–(g) и образцовой мировой практики;
- i) демонстрация соответствия программы обращения с отходами для конкретной установки национальной политике и стратегии;
- j) демонстрация при необходимости влияния программы обращения с отходами на обоснование безопасности, например, как решение о хранении отходов в течение более длительных периодов, чем те, на которые были первоначально рассчитаны здания, повлияет на обоснование безопасности.

II.2. В программу обращения с отходами следует включать положения относительно:

- a) поддержания образования радиоактивных отходов на минимально возможном уровне с точки зрения их вида, радиоактивности и объема путем использования соответствующих технологий;
- b) возможного повторного использования и рециклирования материалов;
- c) надлежащей классификации и сортировки отходов и ведения точной инвентаризационной описи для каждого потока радиоактивных отходов с учетом имеющихся вариантов для освобождения (от контроля), хранения и захоронения;
- d) сбора, характеристики и безопасного хранения радиоактивных отходов;
- e) надлежащей емкости для хранения ожидаемых образующихся радиоактивных отходов и дополнительной резервной емкости для хранения;
- f) обеспечения возможности извлечения радиоактивных отходов по окончании предполагаемого периода хранения с использованием соответствующих методов и процедур;
- g) переработки радиоактивных отходов с целью соблюдения критериев приемлемости отходов и требований к перевозке и для обеспечения безопасного хранения, перевозки и захоронения;
- h) безопасного манипулирования и перевозки радиоактивных отходов и упаковок отходов;
- i) надлежащего контроля сброса эфлюентов в окружающую среду;
- j) мониторинга источников (сбросов эфлюентов) и мониторинга окружающей среды с целью демонстрации соблюдения регулирующих требований;
- k) технического обслуживания установок и оборудования для переработки и хранения отходов с целью обеспечения безопасной и надежной эксплуатации;
- l) мониторинга состояния защитной оболочки радиоактивных отходов в месте хранения;
- m) мониторинга изменений характеристик радиоактивных отходов посредством проведения инспекций и регулярного анализа, в частности, если хранение продолжается в течение длительного времени;
- n) инициирования в необходимых случаях научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ для улучшения имеющихся методов переработки радиоактивных отходов или для разработки новых методов и методик;

- o) систематической оценки опыта эксплуатации и событий на установке;
- p) принятия и осуществления корректирующих действий по результатам мониторинга и учета опыта эксплуатации;
- q) обеспечения аварийной готовности и реагирования<sup>9</sup>;
- r) рассмотрения основных рисков и неопределенностей, связанных с разработкой программы, и оценки их влияния на ее реализацию.

---

<sup>9</sup> Хотя аварийная готовность и реагирование особо упомянуты в контексте программы обращения с отходами, такие мероприятия могут быть частью общих аварийных мероприятий для всей установки. В этом случае в программу обращения с отходами следует включать ссылку на общие аварийные мероприятия.

## Дополнение III

## ПРИМЕРЫ ОПАСНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРАХ

ТАБЛИЦА 2. ПРИМЕРЫ ОПАСНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПО ОБРАЩЕНИЮ С  
ОТХОДАМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРАХ

Виды деятельности	Радиоактивные отходы	Характеристики	Опасности (радиологические)	Опасности (нерадиологические)
<b>Атомные электростанции</b>				
<p>Нормальная эксплуатация, техническое обслуживание и вывод из эксплуатации станций и связанных с ней систем переработки газообразных и жидких радиоактивных отходов.</p>	<p>Твердые отходы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отработанные ионообменные смолы; патронные фильтры и фильтровальный осадок намывного фильтра; фильтры для улавливания твердых частиц из вентиляционных систем; фильтры-поглотители из активированного угля; инструменты; загрязненный металлический лом; элементы активной зоны;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Преимущественно активированные твердые вещества из материалов, конструкций, замедлителя и теплоносителя</li> <li>• Продукты коррозии</li> <li>• Загрязнение продуктами деления, высвобождающимися из топлива.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Критичность</li> <li>• Альфа-содержащие материалы</li> <li>• Повышенные мощности дозы</li> <li>• Повышенные уровни концентрации активности</li> <li>• Доза облучения (внутреннего/внешнего).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Радиолит или химические реакции с образованием горючих газов или приводящие к физической деградации, или экзотермические реакции</li> <li>• Выделение тепла (из количества плутония с четными массовыми числами и из амерция)</li> <li>• Токсичность тяжелых металлов</li> <li>• Воздействие на окружающую среду.</li> </ul>

ТАБЛИЦА 2. ПРИМЕРЫ ОПАСНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРАХ (продолжение)

Виды деятельности	Радиоактивные отходы	Характеристики	Опасности (радиологические)	Опасности (нерадиологические)
обломки топливных сборок или внутриреакторных компонентов; загрязненная ветошь, одежда, бумага и пластик.				
Жидкие отходы:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Теплоноситель первого контура в водоохлаждаемых реакторах и вода из бассейнов выдержки топлива</li> <li>• Разбавление теплоносителя реактора, концентраты выпарного аппарата, жидкие стоки из оборудования и трапные воды, сточные воды прачечных, загрязненное масло и отходы, образующиеся при дезактивации и техническом обслуживании.</li> </ul>			

ТАБЛИЦА 2. ПРИМЕРЫ ОПАСНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРАХ (продолжение)

Виды деятельности	Радиоактивные отходы	Характеристики	Опасности (радиологические)	Опасности (нерадиологические)
Газообразные отходы:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Утечки из теплоносителя, систем замедлителя или из самого реактора (например, из топливных сборок)</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Газы из систем дегазации теплоносителя</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Газы из эжекторов или насосов отсоса воздуха из конденсатора</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отходящие газы систем сальникового уплотнения вала турбины</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Активированный или загрязненный воздух из вентиляционной системы</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Газы, выделяющиеся из отработавшего топлива при операциях хранения или манипулирования.</li> </ul>			

ТАБЛИЦА 2. ПРИМЕРЫ ОПАСНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРАХ (продолжение)

Виды деятельности	Радиоактивные отходы	Характеристики	Опасности (радиологические)	Опасности (нерадиологические)
<b>Исследовательские реакторы</b>				
Нормальная эксплуатация, техническое обслуживание и вывод из эксплуатации реактора и связанных с ним систем переработки газообразных и жидких радиоактивных отходов	Твердые отходы:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Преимущественно активированные твердые вещества в составе материалов конструкций, замедлителя и теплоносителя</li> <li>Продукты коррозии</li> <li>Загрязнение продуктами деления, высвобождающимися из топлива.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Альфа-содержащие материалы</li> <li>Повышенные мощности дозы</li> <li>Повышенные уровни концентрации активности</li> <li>Доза облучения (внутреннего/внешнего).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Радиолиз или химические реакции с образованием горючих газов или приводящие к физической деградации, или экзотермические реакции</li> <li>Токсичность тяжелых металлов</li> <li>Воздействие на окружающую среду.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Оболочки облученных мишеней</li> <li>Использованные компоненты облучающих установок и реакторов (например, термодары)</li> <li>Направляющие трубки нейтронного пучка</li> <li>Использованные управляющие стержни</li> <li>Отходы, образующиеся в зоне обслуживания бассейна</li> <li>Отходы вентиляционной системы (угольные фильтры, НЕРА-фильтры)</li> <li>Отработанные ионообменные смолы</li> </ul>			

ТАБЛИЦА 2. ПРИМЕРЫ ОПАСНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРАХ (продолжение)

Виды деятельности	Радиоактивные отходы	Характеристики	Опасности (радиологические)	Опасности (нерадиологические)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Чистящие материалы и использованные средства индивидуальной защиты</li> <li>• Лабораторные отходы (перчатки, санитарно-гигиеническая бумага, одноразовая лабораторная посуда и т.п.)</li> <li>• Загрязненные предметы после технического обслуживания и других работ.</li> </ul>			
	<p>Жидкие отходы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отвод охлаждающей воды</li> <li>• Жидкость из сливов системы первого контура (в случае легководных реакторов)</li> </ul>			



ТАБЛИЦА 2. ПРИМЕРЫ ОПАСНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРАХ (продолжение)

Виды деятельности	Радиоактивные отходы	Характеристики	Опасности (радиологические)	Опасности (нерадиологические)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Жидкие отходы из установок обессоливания воды</li> <li>• Жидкость из дренажа системы вентиляции</li> <li>• Обессоленные сточные воды при дренаже в ходе технического обслуживания крупного оборудования</li> <li>• Жидкости из раковин и душевых</li> <li>• Жидкости из напольного дренажа</li> <li>• Жидкости из лабораторий (они могут быть радиоактивными или нерадиоактивными).</li> </ul>			

ТАБЛИЦА 2. ПРИМЕРЫ ОПАСНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРАХ (продолжение)

Виды деятельности	Радиоактивные отходы	Характеристики	Опасности (радиологические)	Опасности (нерадиологические)
Газообразные отходы:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Газообразные радиоактивные элементы или соединения из бассейнов, систем теплоносителя, облучающих установок и экспериментальных установок</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Аэрозольный радиоактивный материал, образующийся во вспомогательных установках, включая выгяжные шкафы и зоны дезактивации.</li> </ul>				

## СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКОЕ СООБЩЕСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Основополагающие принципы безопасности, Серия норм МАГАТЭ по безопасности, № SF-1, МАГАТЭ, Вена (2007).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 1 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2016).
- [3] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКАЯ КОМИССИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИЙ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 3, МАГАТЭ, Вена (2015).
- [4] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 5, МАГАТЭ, Вена (2010).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, IAEA International Law Series No. 1, IAEA, Vienna (2006).
- [6] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Система управления для установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-R-3, МАГАТЭ, Вена (2008). (Готовится пересмотренный вариант этой публикации, который планируется выпустить как публикацию GSR Part 2.)
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste from Nuclear Fuel Cycle Facilities, IAEA Safety Standards Series No. SSG-41, IAEA, Vienna (подготавливается).
- [8] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Классификация радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSG-1, МАГАТЭ, Вена (2014).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Storage of Spent Nuclear Fuel, IAEA Safety Standards Series No. SSG-15, IAEA, Vienna (2012).

- [10] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Проектирование систем для обращения с топливом и его хранения на атомных электростанциях, Серия норм безопасности МАГАТЭ № NS-G-1.4, МАГАТЭ, Вена (2003). (Готовится пересмотренный вариант этой публикации.)
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Core Management and Fuel Handling for Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-4.3, IAEA, Vienna (2008).
- [12] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Хранение радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-6.1, МАГАТЭ, Вена (2008).
- [13] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов, Издание 2012 года, Серия норм безопасности МАГАТЭ № SSR-6, МАГАТЭ, Вена (2013).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Objective and Essential Elements of a State's Nuclear Security Regime, IAEA Nuclear Security Series No. 20, IAEA, Vienna (2013).
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities (INFCIRC/225/Revision 5), IAEA Nuclear Security Series No. 13, IAEA, Vienna (2011).
- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Recommendations on Radioactive Material and Associated Facilities, IAEA Nuclear Security Series No. 14, IAEA, Vienna (2011).
- [17] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, ICRP Publication 77, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).
- [18] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste, ICRP Publication 81, Pergamon Press, Oxford and New York (1998).
- [19] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: проектирование, Серия норм безопасности МАГАТЭ № SSR-2/1 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2016).
- [20] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация, Серия норм безопасности МАГАТЭ № SSR-2/2 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2017).
- [21] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность исследовательских реакторов, Серия норм безопасности МАГАТЭ № NS-R-4, МАГАТЭ, Вена (2010). (Готовится пересмотренный вариант этой публикации.)
- [22] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Применение концепций исключения, изъятия и освобождения от контроля, Серия норм безопасности МАГАТЭ № RS-G-1.7, МАГАТЭ, Вена (2006).

- [23] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Регулирующий контроль радиоактивных сбросов в окружающую среду, Серия норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.3, МАГАТЭ, Вена (2005). (Готовится пересмотренный вариант этой публикации.)
- [24] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Рассеяние радиоактивных материалов в воздухе и воде и учет распределения населения при оценке площадки для атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ № NS-G-3.2, МАГАТЭ, Вена (2004). (Готовится пересмотренный вариант этой публикации.)
- [25] Конвенция о ядерной безопасности, INFCIRC/449, МАГАТЭ, Вена (1994).
- [26] Кодекс поведения по безопасности исследовательских реакторов, IAEA/CODEOC/RR/2006, МАГАТЭ, Вена (2006).
- [27] Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников, IAEA/CODEOC/2004, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [28] Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации, INFCIRC/336, МАГАТЭ, Вена (1986).
- [29] Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии, INFCIRC/336, МАГАТЭ, Вена (1986).
- [30] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Вывод из эксплуатации установок, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 6, МАГАТЭ, Вена (2015).
- [31] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Инспекции для целей регулирования ядерных установок и санкции регулирующего органа, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-1.3, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [32] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Документация, предназначенная для использования при регулировании ядерных установок, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-1.4, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [33] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Criticality Safety in the Handling of Fissile Material, IAEA Safety Standards Series No. SSG-27, IAEA, Vienna (2014).
- [34] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Снятие с эксплуатации блоков атомных электростанций и исследовательских реакторов, Серия норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.1, МАГАТЭ, Вена (1999). (Готовится пересмотренный вариант этой публикации.)
- [35] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Система менеджмента для переработки радиоактивных отходов, обращения с ними и их хранения, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-3.3, МАГАТЭ, Вена (2008). (Готовится пересмотренный вариант этой публикации.)
- [36] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ИНТЕРПОЛ, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ КОМИССИЯ

ОРГАНИЗАЦИИ ПО ДОГОВОРУ О ВСЕОБЪЕМЛЮЩЕМ ЗАПРЕЩЕНИИ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО КООРДИНАЦИИ ГУМАНИТАРНЫХ ВОПРОСОВ, Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 7, МАГАТЭ, Вена (2016).

- [37] ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО КООРДИНАЦИИ ГУМАНИТАРНЫХ ВОПРОСОВ, Мероприятия по обеспечению готовности к ядерной или радиологической аварийной ситуации, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-2.1, МАГАТЭ, Вена (2016).
- [38] ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Критерии для использования при обеспечении готовности и реагировании в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации, Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GSG-2, МАГАТЭ, Вена (2012).
- [39] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Применение системы управления для установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-3.1, МАГАТЭ, Вена (2006).
- [40] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety Case and Safety Assessment for the Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-3, IAEA, Vienna (2013)
- [41] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Оценка безопасности установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 4 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2016).
- [42] 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).
- [43] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Периодическое рассмотрение безопасности атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ № SSG-25, МАГАТЭ, Вена (2016).
- [44] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report, IAEA Safety Standards Series No. SSG-20, IAEA, Vienna (2012).

- [45] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2012 Edition), IAEA Safety Standards Series No. SSG-26, IAEA, Vienna (2014).
- [46] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, New Developments and Improvements in Processing of 'Problematic' Radioactive Waste, IAEA-TECDOC-1579, IAEA, Vienna (2007).
- [47] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Waste Inventory Record Keeping Systems (WIRKS) for the Management and Disposal of Radioactive Waste, IAEA-TECDOC-1222, IAEA, Vienna (2001).
- [48] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of Thermal Technologies for Processing of Radioactive Waste, IAEA-TECDOC-1527, IAEA, Vienna (2006).
- [49] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Innovative Waste Treatment and Conditioning Technologies at Nuclear Power Plants, IAEA-TECDOC-1504, IAEA, Vienna (2006).
- [50] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Оценка площадок для ядерных установок, Серия норм безопасности МАГАТЭ № NS-R-3 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2016).
- [51] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-9, IAEA, Vienna (2010).
- [52] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-18, IAEA, Vienna (2011).
- [53] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-21, IAEA, Vienna (2012).
- [54] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-35, IAEA, Vienna (2015).
- [55] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Design and Operation of Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-4.6, IAEA, Vienna (2008).
- [56] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Construction for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-38, IAEA, Vienna (2015).
- [57] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Ввод в эксплуатацию атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ № SSG-28, МАГАТЭ, Вена (2016).
- [58] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Commissioning of Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-4.1, IAEA, Vienna (2006).





## Приложение I

### ПРИМЕР ТИПИЧНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ НА АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ИЛИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ РЕАКТОРЕ

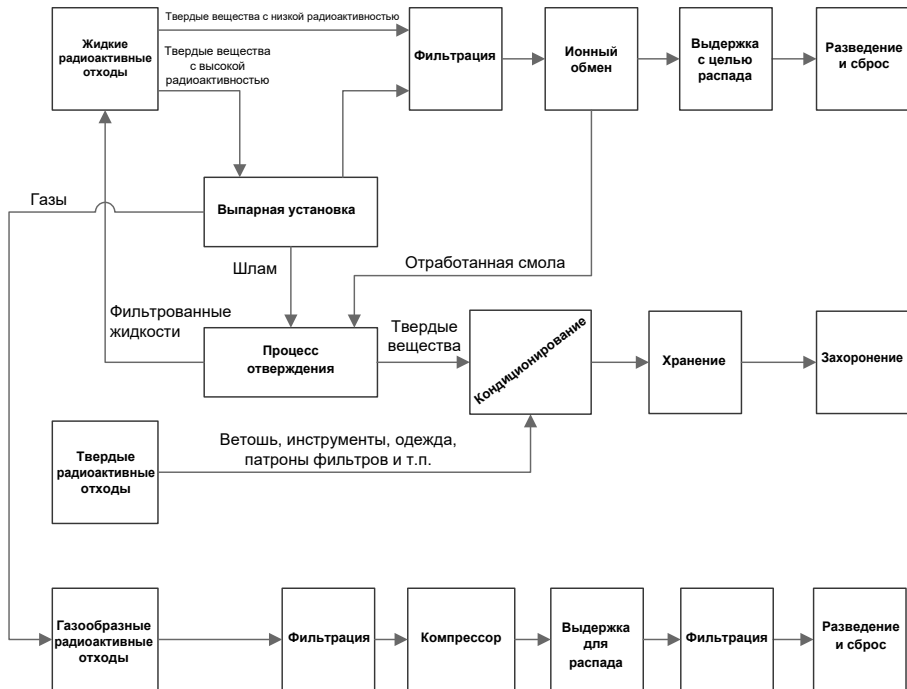


РИС. I-1. Типичная (основные процессы) технологическая схема обращения с радиоактивными отходами на атомной электростанции или исследовательском реакторе. Рисунок взят из публикации NUREG/CR1759<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> КОМИССИЯ ПО ЯДЕРНОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ США, База данных по обращению с радиоактивными отходами, Том 2, «Waste Source Options Report» («Отчет по вариантам источников отходов»), публикация NUREG/CR1759, штат Вашингтон, округ Колумбия (1981).

## Приложение II

### ПРИМЕР СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ НА РЕАКТОРЕ С ВОДОЙ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (НЕПОЛНОПОТОЧНАЯ ДООЧИСТКА КОНДЕНСАТА)

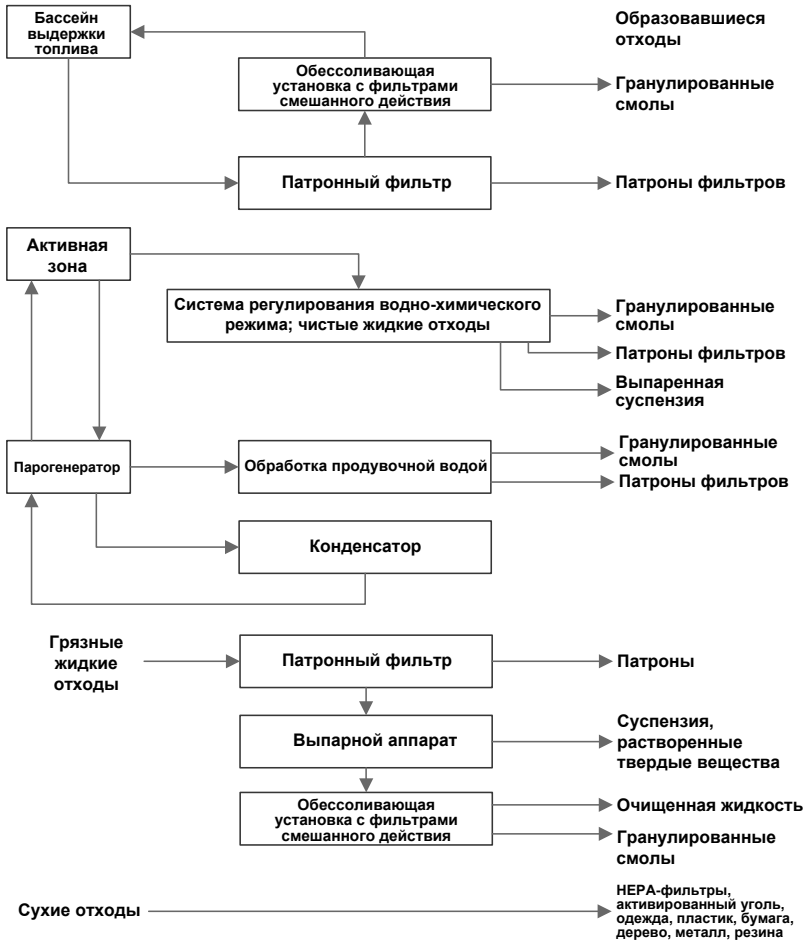


РИС. II-1. Пример карты технологического процесса обращения с радиоактивными отходами на реакторе с водой под давлением (неполнопоточная доочистка конденсата). Рисунок взят из публикации NUREG/CR1759<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> КОМИССИЯ ПО ЯДЕРНОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ США, База данных по обращению с радиоактивными отходами, Том 2, «Waste Source Options Report» («Отчет по вариантам источников отходов»), публикация NUREG/CR1759, штат Вашингтон, округ Колумбия (1981).

### Приложение III

## ПРИМЕР СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ НА РЕАКТОРЕ С ВОДОЙ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (ПОЛНОПОТОЧНАЯ ДООЧИСТКА КОНДЕНСАТА)



РИС. III-1. Пример карты технологического процесса обращения с радиоактивными отходами на реакторе с водой под давлением (полнопоточная доочистка конденсата). Рисунок взят из публикации NUREG/CR1759<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> КОМИССИЯ ПО ЯДЕРНОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ США, База данных по обращению с радиоактивными отходами, Том 2, «Waste Source Options Report» («Отчет по вариантам источников отходов»), публикация NUREG/CR1759, штат Вашингтон, округ Колумбия (1981).



## СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Abu-Eid, B.	Комиссия по ядерному регулированию, Соединенные Штаты Америки
Baekelandt, L.	Федеральное агентство по ядерному контролю, Бельгия
Blundell, N.	Агентство по ядерному регулированию, Соединенное Королевство
Boyden, F.	частный консультант, Соединенное Королевство
Doughty, P.	Комиссия по ядерной безопасности, Канада
Fass, T.	Общество по безопасности установок и реакторов, Германия
Geupel, S.	Общество по безопасности установок и реакторов, Германия
Kinker, M.	Международное агентство по атомной энергии
Leroyer, V.	Институт радиационной защиты и ядерной безопасности, Франция
Lowman, D.	Комиссия по ядерному регулированию, США
Raicevic, J.	Международное агентство по атомной энергии
Selling, H.	Министерство экономики, Нидерланды
Walker, J.	Компания «Атомик энерджи ов Канада лимитид», Канада





# IAEA

Международное агентство по атомной энергии

№ 26

## ЗАКАЗ В СТРАНАХ

Платные публикации МАГАТЭ могут быть приобретены у перечисленных ниже поставщиков или в крупных книжных магазинах.

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

### СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

#### ***Bernan / Rowman & Littlefield***

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

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

Эл.почта: [orders@rowman.com](mailto:orders@rowman.com) • Сайт: <http://www.rowman.com/bernan>

### ОСТАЛЬНЫЕ СТРАНЫ

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

#### ***Eurospan Group***

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

London EC1R 5DB

United Kingdom

#### ***Торговые заказы и справочная информация:***

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

Эл.почта: [eurospan@turpin-distribution.com](mailto:eurospan@turpin-distribution.com)

#### ***Индивидуальные заказы:***

[www.eurospanbookstore.com/iaea](http://www.eurospanbookstore.com/iaea)

#### ***Дополнительная информация:***

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

Эл.почта: [info@eurospangroup.com](mailto:info@eurospangroup.com) • Сайт: [www.eurospangroup.com](http://www.eurospangroup.com)

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

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)

Международное агентство по атомной энергии

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

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

Эл.почта: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org) • Сайт: <https://www.iaea.org/ru/publikacii>







**Обеспечение безопасности с помощью международных норм**

**МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА**