

# СЕРИЯ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Обращение с  
радиоактивными  
отходами низкого  
и среднего уровня  
активности перед  
их захоронением

## РУКОВОДСТВА

№ WS-G-2.5



**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии

ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ  
ОТХОДАМИ НИЗКОГО И СРЕДНЕГО УРОВНЯ  
АКТИВНОСТИ ПЕРЕД ИХ ЗАХОРОНЕНИЕМ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

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

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 изданий по безопасности, № WS-G-2.5

ОБРАЩЕНИЕ С  
РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ  
НИЗКОГО И СРЕДНЕГО УРОВНЯ  
АКТИВНОСТИ ПЕРЕД ИХ  
ЗАХОРОНЕНИЕМ

Руководство по безопасности

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА, 2005 ГОД

## **УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ**

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены в соответствии с положениями Всемирной конвенции об авторском праве в том виде, как она была принята в 1952 году (Берн) и пересмотрена в 1972 году (Париж). С тех пор авторские права были распространены Всемирной организацией интеллектуальной собственности (Женева) также на интеллектуальную собственность в электронной (на дискетах и компакт-дисках) и виртуальной (веб-сайты и веб-порталы) форме. Для полного или частичного использования текстов, содержащихся в печатных или электронных публикациях МАГАТЭ, должно быть получено разрешение, которое обычно является предметом соглашений о роялти. Предложения о некоммерческом воспроизведении и переводе приветствуются и будут рассматриваться в каждом отдельном случае. Вопросы следует направлять по эл. почте в Издательскую секцию МАГАТЭ по адресу [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org) или по почте:

Группа продажи и рекламы, Издательская секция  
Международное агентство по атомной энергии  
Wagramer Strasse 5  
P.O. Box 100  
A-1400 Vienna  
Austria  
fax: +43 1 2600 29302  
tel.: +43 1 2600 22417  
<http://www.iaea.org/books>

© МАГАТЭ, 2005

Напечатано МАГАТЭ в Австрии  
Декабрь 2005

**ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ  
ОТХОДАМИ НИЗКОГО И СРЕДАНЕГО УРОВНЯ АКТИВНОСТИ  
ПЕРЕД ИХ ЗАХОРОНЕНИЕМ  
МАГАТЭ, ВЕНА, 2005  
STI/PUB/1150  
ISBN 92-0-410705-7  
ISSN 1020-5845**

## ПРЕДИСЛОВИЕ

**Мохамед ЭльБарадей**  
**Генеральный директор**

Устав МАГАТЭ уполномочивает Агентство устанавливать нормы безопасности для охраны здоровья и сведения к минимуму опасности для жизни и имущества – нормы, которые МАГАТЭ должно использовать в своей собственной работе и которые государства могут применять посредством их включения в свои регулирующие положения в области ядерной и радиационной безопасности. Всеобъемлющий комплект регулярно пересматриваемых норм безопасности наряду с помощью МАГАТЭ в их применении стал ключевым элементом глобального режима безопасности.

В середине 90-х годов было начато осуществление существенного пересмотра программы норм безопасности МАГАТЭ, была введена пересмотренная структура комитета по надзору и принят системный подход к обновлению всего свода норм. В результате этого новые нормы отвечают наивысшим требованиям и воплощают наилучшую практику в государствах-членах. С помощью Комиссии по нормам безопасности МАГАТЭ проводит работу с целью содействия глобальному признанию и использованию своих норм безопасности.

Однако нормы безопасности эффективны лишь тогда, когда они правильно применяются на практике. Широкий круг услуг МАГАТЭ в области безопасности - от вопросов инженерной безопасности, эксплуатационной безопасности, радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов до вопросов регулирования и культуры безопасности в организациях - содействует государствам-членам в применении этих норм и оценке их эффективности. Эти услуги в области безопасности позволяют обмениваться ценной информацией, и я по-прежнему призываю все государства-члены пользоваться ими.

Ответственность за регулирование ядерной и радиационной безопасности несут сами страны, и многие государства-члены приняли решение принять нормы безопасности МАГАТЭ в целях их использования в своих национальных регулирующих положениях. Для Договаривающихся сторон различных международных конвенций о безопасности нормы МАГАТЭ являются последовательным и надежным средством обеспечения эффективного выполнения обязательств в соответствии с конвенциями. Эти нормы также применяются проектировщиками, изготовителями оборудования и операторами во всем мире с целью повышения ядерной и радиационной безопасности в областях энергопроизводства, медицины, промышленности, сельского хозяйства, научных исследований и образования.

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



# НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ МЕЖДУНАРОДНЫХ НОРМ

Хотя обеспечение безопасности является национальной ответственностью, международные нормы и подходы к обеспечению безопасности содействуют достижению общей согласованности, помогают обеспечивать уверенность в том, что ядерные и радиационные технологии используются безопасно, а также способствуют международному техническому сотрудничеству и торговле.

Нормы также обеспечивают поддержку государствам в выполнении их международных обязательств. Одно общее международное обязательство - это то, что государство не должно осуществлять деятельность, которая причиняет ущерб в другом государстве. Более конкретные обязательства, возложенные на договаривающиеся государства, изложены в международных конвенциях, касающихся безопасности. Согласованные на международном уровне нормы безопасности МАГАТЭ обеспечивают для государств основу подтверждения того, что они выполняют эти обязательства.

## НОРМЫ МАГАТЭ

Нормы безопасности МАГАТЭ закреплены в Уставе МАГАТЭ, который уполномочивает Агентство устанавливать нормы безопасности для ядерных и радиационных установок и деятельности и обеспечивать применение этих норм.

Нормы безопасности отражают международный консенсус в отношении того, что составляет высокий уровень безопасности для защиты людей и охраны окружающей среды.

Они выпускаются в Серии норм безопасности МАГАТЭ, состоящей из трех категорий:

### **Основы безопасности**

— содержащие цели, концепции и принципы обеспечения защиты и безопасности и служащие основой для требований безопасности.

### **Требования безопасности**

— устанавливающие требования, которые должны выполняться с целью обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды в настоящее



время и в будущем. Эти требования, для выражения которых применяется формулировка “должен, должна, должно, должны”, определяются целями, концепциями и принципами, изложенными в Основах безопасности. Если они не выполняются, то должны быть приняты меры для достижения или восстановления требуемого уровня безопасности. В Требованиях безопасности используется язык нормативных документов, что позволяет включать их в национальные законы и регулирующие положения.

### **Руководства по безопасности**

—предоставляющие рекомендации и руководящие материалы по соблюдению Требований безопасности. Рекомендации в Руководствах по безопасности формулируются с применением глагола “следует”. Рекомендуются принимать указанные в них меры или эквивалентные альтернативные меры. В Руководствах по безопасности представлена международная образцовая практика, и во все большей степени они отражают наилучшую практику с целью помочь пользователям, стремящимся достичь высоких уровней безопасности. Каждая публикация по Требованиям безопасности дополняется рядом Руководств по безопасности, которые могут использоваться при разработке национальных регулирующих руководств.

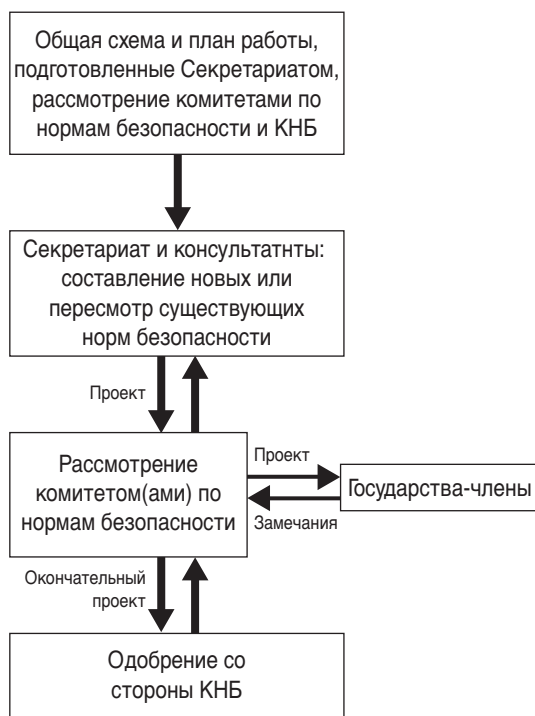
Нормы безопасности МАГАТЭ необходимо дополнять промышленными стандартами, и для достижения их полной эффективности они должны применяться в рамках соответствующих национальных регулирующих инфраструктур. МАГАТЭ выпускает широкий круг технических публикаций для помощи государствам в разработке этих государственных стандартов и в развитии инфраструктур.

### **ОСНОВНЫЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛИ НОРМ**

Помимо регулирующих органов и правительственных учреждений, органов и организаций, эти нормы используют компетентные органы и эксплуатирующие организации в ядерной отрасли, организации, которые проектируют, изготавливают и применяют ядерное и радиационное технологическое оборудование, в том числе организации, эксплуатирующие установки различных типов, пользователи и другие лица, работающие с излучениями и радиоактивными материалами в сфере медицины, промышленности, сельского хозяйства, научных исследований и образования, а также инженеры, ученые, техники и другие специалисты. Эти нормы используются МАГАТЭ в проводимых им расследованиях безопасности и для разработки образовательных и учебных курсов.

## ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ НОРМ

Подготовкой и рассмотрением норм безопасности занимаются Секретариат МАГАТЭ и четыре комитета по нормам безопасности в таких областях, как ядерная безопасность (НУССК), радиационная безопасность (РАССК), безопасность радиоактивных отходов (ВАССК) и безопасная перевозка радиоактивных материалов (ТРАНССК), и Комиссия по нормам безопасности (КНБ), которая осуществляет надзор за всей программой по нормам безопасности. Все государства - члены МАГАТЭ могут назначать экспертов в комитеты по нормам безопасности и представлять замечания по проектам норм. Члены КНБ назначаются Генеральным директором, и в его состав входят старшие правительственные должностные лица, несущие ответственность за установление национальных норм.



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

Одобренные Комиссией проекты Основ безопасности и Требований безопасности представляются Совету управляющих МАГАТЭ для утверждения их опубликования. Руководства по безопасности публикуются после утверждения Генеральным директором.

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

Нормы безопасности постоянно обновляются: через пять лет после публикации они вновь рассматриваются, с тем чтобы определить необходимость их пересмотра.

## ПРИМЕНЕНИЕ И СФЕРА ДЕЙСТВИЯ НОРМ

Согласно Уставу МАГАТЭ нормы безопасности являются обязательными для МАГАТЭ в отношении его собственной работы и для государств в отношении операций, в которых МАГАТЭ оказывает помощь. Любое государство, желающее вступить в соглашение с МАГАТЭ, касающееся любой формы помощи Агентства, должно выполнять требования норм безопасности, которые относятся к деятельности, охватываемой соглашением.

Международные конвенции также содержат требования, аналогичные тем, которые имеются в нормах безопасности, и делают их обязательными для договаривающихся сторон. Основы безопасности использовались в качестве основы для разработки Конвенции о ядерной безопасности и Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами. Требования безопасности по готовности и реагированию в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации отражают обязательства, возлагаемые на государства в соответствии с Конвенцией об оперативном оповещении о ядерной аварии и Конвенцией о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации.

Нормы безопасности, включенные в национальное законодательство и регулирующие положения и дополненные международными конвенциями и

детальными национальными требованиями, устанавливают основу для защиты людей и охраны окружающей среды. Однако имеются также особые аспекты безопасности, которые необходимо оценивать по отдельности на национальном уровне. Например, многие нормы безопасности, особенно те из них, которые охватывают аспекты планирования или разработки мер по обеспечению безопасности, прежде всего предназначаются для применения к новым установкам и видам деятельности. Требования и рекомендации, изложенные в нормах безопасности МАГАТЭ, не могут полностью соблюдаться на некоторых установках, построенных в соответствии с принятыми ранее нормами. Вопрос о том, как нормы безопасности должны применяться на таких установках, решают сами государства.

## ТОЛКОВАНИЕ ТЕКСТА

Формулировка “должен, должна, должно, должны” используется в нормах безопасности при установлении международного консенсуса в отношении требований, обязанностей и обязательств. Многие требования не адресованы конкретной стороне, вследствие чего соответствующая сторона или стороны должны отвечать за их выполнение. В рекомендациях используется формулировка “следует”, указывающая на международный консенсус в этом отношении и означающая, что для выполнения требований необходимо принимать рекомендуемые (или эквивалентные альтернативные) меры.

В английском варианте текста относящиеся к безопасности термины должны толковаться в соответствии с их определениями в глоссарии МАГАТЭ по безопасности (<http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm>); в других случаях слова используются с написанием и приданными им значениями, приведенными в последнем издании Краткого оксфордского словаря английского языка. В отношении Руководств по безопасности английский вариант текста является официальной версией.

История вопроса и контекст каждой нормы в Серии норм безопасности, а также их цель, сфера действия и структура объясняются в разделе 1, Введение, каждой публикации.

Материал, который нецелесообразно помещать в рамках основного текста (т.е. материал, который является вспомогательным или идет отдельно от основного текста, включается в поддержку формулировок основного текста или описывает методы расчетов, процедуры экспериментов или пределы и условия), может быть представлен в добавлениях или приложениях.

Добавление, если оно включено, рассматривается в качестве неотъемлемой части норм. Материал в добавлении имеет такой же статус, как 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. Приложение не является неотъемлемой частью основного текста. Материал в приложениях, опубликованный МАГАТЭ, не обязательно выпускается в качестве его авторского материала; в приложениях может быть представлен материал, опубликованный в нормах, имеющих другое авторство. Посторонний материал в приложениях по мере необходимости публикуется в виде выдержек и адаптируется, с тем чтобы в целом быть полезным.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ .....	1
	Общие положения (1.1–1.10) .....	1
	Цель (1.11) .....	3
	Область применения (1.12–1.18) .....	4
	Структура (1.19) .....	5
2.	ЗАЩИТА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (2.1–2.8) .....	6
3.	РОЛИ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	8
	Общие соображения (3.1–3.3) .....	8
	Ответственность регулирующего органа (3.4–3.10) .....	9
	Ответственность операторов (3.11–3.14) .....	11
4.	ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	12
	Взаимозависимость (4.1–4.5) .....	12
	Выбор предпочтительного варианта (4.6) .....	13
	Контроль образования отходов (4.7–4.9) .....	14
	Характеризация отходов и критерии приемлемости (4.10–4.13) .....	15
	Квалификация персонала (4.14–4.15) .....	16
	Облегчение работ по снятию с эксплуатации (4.16–4.18) .....	17
	Подготовка документации по безопасности (4.19) .....	18
5.	ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С НСАО ПЕРЕД ИХ ЗАХОРОНЕНИЕМ .....	19
	Общие соображения (5.1–5.3) .....	19
	Конструкция установки и оборудования для обращения с НСАО перед их захоронением (5.4–5.7) .....	20
	Обработка НСАО (5.8–5.37) .....	21
	Хранение (5.38–5.46) .....	29
	Транспортирование (5.47–5.48) .....	31
6.	УЧЕТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ОТЧЕТНОСТЬ .....	32

Ведение учетной документации (6.1–6.3) .....	32
Отчетность (6.4–6.5).....	33
7. ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ (7.1–7.8).....	34
8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА (8.1–8.12).....	36
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	41
ПРИЛОЖЕНИЕ I: ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ИСТОЧНИКИ НСАО ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК .....	43
ПРИЛОЖЕНИЕ II: РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ НА УПАКОВКИ ОТХОДОВ .....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ III: ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОЩАДКИ, ПРОЦЕССЫ И СОБЫТИЯ, УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ (ВНЕШНИЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ).....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ IV: ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОЩАДКИ, ПРОЦЕССЫ И СОБЫТИЯ, УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ (ВНЕШНИЕ СОБЫТИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ЧЕЛОВЕКА).....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ V: ПОСТУЛИРУЕМЫЕ ИСХОДНЫЕ СОБЫТИЯ, УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ (ВНУТРЕННИЕ ЯВЛЕНИЯ)....	55
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ.....	59
ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ.	61

# 1. ВВЕДЕНИЕ

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Радиоактивные отходы образуются в результате производства электроэнергии в ядерных энергетических реакторах и при использовании радиоактивных материалов в промышленности, научных исследованиях и медицине. Важность безопасного обращения с радиоактивными отходами для защиты здоровья человека и окружающей среды признана давно. Принципы и требования, которые регулируют безопасность при обращении с радиоактивными отходами, представлены в документах «Принципы обращения с радиоактивными отходами» [1], «Юридическая и государственная инфраструктура ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки» [2], а также «Обращение с радиоактивными отходами перед их захоронением, включая снятие с эксплуатации» [3].

1.2. В публикации [3] устанавливаются требования по безопасному обращению с радиоактивными отходами перед их захоронением. Эти требования разработаны на основе принципов обращения с радиоактивными отходами, которые сформулированы в публикации МАГАТЭ категории Основ безопасности «Принципы обращения с радиоактивными отходами» [1] и включают требования по защите здоровья человека и окружающей среды и связанное с этим распределение ответственности. Рекомендации по выполнению этих требований содержатся в настоящем Руководстве по безопасности и в ряде руководств по безопасности, относящихся к данной теме.

1.3. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации по вопросам обеспечения требований безопасности при обращении с радиоактивными отходами низкого и среднего уровня активности перед их захоронением, которые образуются на предприятиях ядерного топливного цикла (кроме предприятий добычи и переработки урановых и ториевых руд), на крупных исследовательских и опытных установках и предприятиях по производству радиоизотопов. К низко- и среднеактивным отходам (НСАО) относятся радиоактивные отходы, уровень радиологической опасности которых ниже по сравнению с высокоактивными отходами, но которые все еще являются объектом регулирующего контроля (т.е. которые не были признаны приемлемыми для освобождения их от регулирующего контроля).



1.4. На всех этих установках НСАО образуются в различных формах. Количество образующихся НСАО может быть минимизировано путем образцовой практики эксплуатации, однако полностью исключить образование НСАО невозможно, при этом они могут содержать радионуклиды в количестве, представляющем опасность для здоровья человека и окружающей среды, если обращение с такими отходами осуществляется не надлежащим образом.

1.5. При надлежащей организации ядерного топливного цикла отходы, возникающие на различных установках, могут быть охарактеризованы несколькими типичными группами в зависимости от природы и количества отходов, радионуклидного состава, соответствующих активностей и характеристик. В публикации [4] даны рекомендации по классификации отходов на основе их преобладающих характеристик. В Приложении I приведен краткий обзор природы и источников НСАО, образующихся на ядерных установках.

1.6. Отходы, образующиеся на исследовательских установках, при использовании ядерных технологий в медицине и промышленности, на установках по производству радиоактивных изотопов, обычно более многообразны и различны по своей природе и содержат более широкий спектр радионуклидов, чем отходы, образующиеся в ядерном топливном цикле, хотя концентрации радионуклидов в них намного ниже. Из-за различия и многообразия видов отходов, возникающих в результате деятельности этих производств, особое и постоянное внимание должно уделяться всем стадиям обращения с отходами.

1.7. Обращение с НСАО перед их захоронением включает все шаги или виды деятельности по обращению с отходами, начиная от образования первичных отходов и заканчивая их размещением в хранилище или на другой площадке для окончательного захоронения, либо освобождением их от регулирующего контроля. Оно может включать предварительную обработку, переработку, кондиционирование, снятие с эксплуатации, хранение, работы по подготовке к транспортированию, а также все связанные с этим виды деятельности, такие, как характеристика первичных отходов, формы отходов и упаковок с отходами на соответствующих стадиях обработки отходов до передачи упаковок отходов в хранилище или снятия регулирующего контроля. Обращение с радиоактивными отходами перед их захоронением также включает вывод из эксплуатации ядерных установок.

1.8. Предварительная обработка может включать в себя сбор отходов, их сортировку, регулирование их химического состава и дезактивацию. Обработка

включает операции по изменению характеристик радиоактивных отходов, которые направлены на повышение безопасности и/или экономических показателей. Основными целями обработки являются сокращение объема, извлечение радионуклидов и изменение состава отходов. Кондиционирование НСАО состоит из таких операций, которые позволяют перевести радиоактивные отходы в форму, пригодную для последующих действий, например для манипулирования, перевозки, хранения и захоронения. Эти операции могут включать иммобилизацию отходов, размещение отходов в контейнеры или использование дополнительных упаковок. Хранение это размещение отходов в установку, которая обеспечивает изоляцию отходов, защиту окружающей среды и мониторинг. Это – промежуточный этап в обращении с отходами, который предусматривает возможность извлечения отходов в будущем для освобождения их от регулирующего контроля, переработки и/или захоронения.

1.9. Обращение с НСАО перед их захоронением может осуществляться на отдельной, специально предназначенной для этого установке, или на отдельной площадке в пределах более крупной установки, эксплуатируемой в других целях. В настоящем Руководстве по безопасности термин «установка» используется и в том, и в другом смысле, а термин «оператор» относится к эксплуатирующей организации или оператору установки, предназначенной для обращения с отходами, либо к производителю отходов, который также осуществляет деятельность по обращению с отходами перед их захоронением.

1.10. Помимо радиологической опасности НСАО могут представлять дополнительную нерадиологическую опасность вследствие их физических, химических или патогенных свойств, которые следует принимать во внимание при обращении с отходами перед их захоронением.

## ЦЕЛЬ

1.11. Целью настоящего Руководства по безопасности является обеспечение регулирующих органов и операторов, в результате деятельности которых образуются радиоактивные отходы или которые осуществляют обращение с отходами, рекомендациями по выполнению принципов и требований, установленных в [13] для обращения с НСАО перед их захоронением.

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.12. В настоящем Руководстве по безопасности рассматриваются вопросы безопасности, относящиеся к обращению с НСАО перед их захоронением, которые образуются на предприятиях ядерного топливного цикла, крупных исследовательских установках и предприятиях по производству радиоизотопов. В документе рассмотрены все этапы обращения и виды деятельности по обращению с отходами, начиная от образования первичных отходов и заканчивая их размещением в хранилище отходов для окончательного захоронения либо освобождением их от регулирующего контроля.

1.13. Обращение с радиоактивными отходами перед их захоронением включает снятие с эксплуатации. Термин «снятие с эксплуатации» относится как к собственно процессу вывода из эксплуатации установки, так и к обращению с отходами, возникающими в результате этого (до их захоронения). Рекомендации в отношении процесса снятия с эксплуатации содержатся в [57]. Рекомендации по обращению с отходами, возникающими при снятии с эксплуатации, включены в настоящее Руководство по безопасности.

1.14. Несмотря на то, что добыча и обработка урановых и ториевых руд является частью ядерного топливного цикла, обращение с эксплуатационными отходами от этих видов деятельности (например, пустая порода, хвосты и отходы очистки сточных вод) не относится к сфере применения настоящего Руководства по безопасности. Настоящий документ распространяется на НСАО, которые возникают начиная с этапов аффинажа и переработки урановых концентратов. Рекомендации по обращению с радиоактивными отходами, возникающими при добыче и переработке урановых и ториевых руд, содержатся в [8].

1.15. В ряде случаев в ядерном топливном цикле возникают как высокоактивные отходы, так и НСАО. Обращение с высокоактивными РАО также приводит к образованию НСАО. Обращение с этими НСАО до захоронения входит в область применения настоящего Руководства по безопасности. Рекомендации по обращению с высокоактивными отходами перед их захоронением содержатся в [9].

1.16. Рекомендации настоящего Руководства по безопасности прежде всего касаются комплексной деятельности по обращению с НСАО. Регулирующему органу следует определить, какая часть настоящего Руководства по безопасности соответствует конкретным условиям и применима в определенных

обстоятельствах, а также степень применимости рекомендаций и руководящих материалов.

1.17. Настоящее Руководство по безопасности содержит лишь вводный материал по перевозке и хранению НСАО. Требования и рекомендации приведены в [1012].

1.18. При обращении с радиоактивными отходами перед их захоронением может иметь место также нерадиологический риск. В настоящем Руководстве по безопасности приводятся некоторые руководящие материалы по мерам безопасности, предпринимаемым для ограничения нерадиологических рисков в случае, если последние могут потенциально влиять на радиологическую безопасность. Однако детальные рекомендации выходят за рамки настоящего документа. За руководящими материалами по вопросам в области защиты здоровья, безопасности и защиты окружающей среды следует обращаться в регулирующий орган.

## СТРУКТУРА

1.19. Раздел 2 посвящен вопросам защиты здоровья человека и окружающей среды, в Разделе 3 определяется роль и распределение ответственности регулирующего органа и оператора. В Разделе 4 приводятся общие соображения безопасности в отношении обращения с НСАО перед их захоронением, а в Разделе 5 даны рекомендации по обращению с НСАО перед их захоронением, по проектированию и эксплуатации установок, а также по требованиям приемлемости. Раздел 6 содержит рекомендации по ведению документации и отчетности, а Раздел 7 посвящен вопросам оценки безопасности и оценки воздействия на окружающую среду. В Разделе 8 рассматриваются вопросы обеспечения качества. В Приложении I дан краткий обзор основных характеристик и источников отходов установок ядерного топливного цикла. В Приложении II описывается разработка технических требований (спецификаций) для упаковок отходов. В Приложениях III и IV дан перечень характеристик площадки, процессов и событий, учитываемых при проведении оценки безопасности применительно к внешним природным явлениям и внешним событиям, вызванным деятельностью человека, соответственно. В Приложении V перечислены постулируемые исходные события (внутренние явления), которые учитываются при проведении анализа безопасности.

## 2. ЗАЩИТА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

2.1. Требования, установленные в разделе 2 документа [3] в отношении защиты здоровья человека и окружающей среды, применимы к обращению с НСАО. Деятельность по обращению с НСАО перед их захоронением направлена на то, чтобы гарантировать, что при обращении с этими отходами будет обеспечиваться защита здоровья человека и окружающей среды в настоящее время и в будущем без наложения чрезмерного бремени на будущие поколения [1].

2.2. При проектировании установок и планировании практической деятельности по обращению с НСАО перед их захоронением обязательно принимают во внимание необходимость защиты от воздействия излучения как персонала, так и населения в соответствии с Основными нормами безопасности [13], где установлено, что профессиональные дозы должны поддерживаться ниже установленных пределов доз и на разумно достижимом низком уровне (ALARA) с учетом экономических и социальных факторов ([13], раздел 2). Это может быть достигнуто посредством надежной эксплуатационной и инженерной практики, а также введением административного контроля. Примерами таких мер могут служить:

- a) тщательное планирование и точное выполнение действий при обращении с НСАО, позволяющие облегчить окончательное снятие с эксплуатации установок по обращению с НСАО;
- b) предварительные оценки работ и обучение на макетах с целью минимизации облучения при выполнении работ по эксплуатации и обслуживанию в случае, если предполагаются риски;
- c) использование технологий дистанционного манипулирования при выполнении работ по эксплуатации и обслуживанию в случае, если предполагаются риски;
- d) установление контроля, например, за пределами активности в случае, если отдельные объекты передаются или перемещаются из зон с большим загрязнением в зоны с более низким загрязнением.

2.3. Достаточность контроля, предусмотренного для ограничения облучения работников и населения следует в соответствующих случаях подтверждать проведением мониторинга персонала, территории и сбросов.

2.4. Выход радиоактивных материалов в окружающую среду от установок по обращению с НСАО перед их захоронением следует контролировать в соответствии с рекомендациями, содержащимися в документе [14], а также в соответствии с пределами и условиями, установленными регулирующим органом.

2.5. В ряде случаев обращение с НСАО перед их захоронением проводится на основе контракта в другом государстве, а в некоторых случаях деятельность по обращению с отходами в данном государстве может привести к воздействиям на соседние государства. При установлении мер по снижению облучения при обращении с НСАО перед их захоронением следует принимать во внимание влияние этой деятельности на территории данной страны и за ее пределами.

2.6. Установку по обращению с НСАО перед их захоронением следует проектировать таким образом, чтобы, насколько это возможно, избегать возникновения инцидентов и предотвращать аварии, а в случае их возникновения обеспечивать смягчение их последствий.

2.7. Основная связанная с обеспечением безопасности проблема при обращении с НСАО это радиологическая опасность. Однако при проектировании и эксплуатации установок по обращению с НСАО перед их захоронением следует принимать во внимание также опасности для здоровья человека и окружающей среды, связанные с другими физическими и химическими характеристиками НСАО. Защиту от нерадиологических опасностей следует обеспечивать в соответствии с требованиями соответствующих норм по защите здоровья, безопасности и защите окружающей среды.

2.8. Необходимо внедрять и поддерживать культуру безопасности во всех организациях, вовлеченных в обращение с НСАО перед их захоронением, начиная от образования отходов до их окончательного захоронения, с целью поощрения критического, конструктивного и основанного на самодисциплине отношения к защите и безопасности и исключения самоуспокоенности ([13], пункт 2.28; [15]).

### 3. РОЛИ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

#### ОБЩИЕ СООБРЕЖЕНИЯ

3.1. Необходимо, чтобы обращение с НСАО перед их захоронением проводилось в рамках соответствующей национальной правовой базы, которая обеспечивает четкое распределение ответственности [1] и эффективный регулирующий надзор за установками и соответствующей деятельностью ([2]; [3], пункты 3.53.9). Национальная правовая база также позволяет обеспечивать соблюдение других национальных и международных законов. Хотя законы обычно носят общий характер, национальная правовая система может допускать издание нормативных документов по обращению с НСАО перед их захоронением, относящихся к специфическим условиям площадки. Требования в отношении ответственности за разработку такой базы и ответственность регулирующего органа за обеспечение безопасности при обращении с НСАО перед их захоронением установлены в [2].

3.2. При обращении с НСАО перед их захоронением отходы могут передаваться от одного оператора к другому или обработка отходов может осуществляться в другом государстве. В установленную правовую базу следует включать положения по обеспечению четкого распределения ответственности за безопасность в течение всего процесса обращения с НСАО перед их захоронением, включая любую передачу ответственности от одного оператора к другому. Следует также рассматривать вопросы вывода из эксплуатации любых установок, на которых осуществлялось обращение с НСАО. Такую преемственность ответственности за безопасность следует обеспечивать посредством соответствующих официальных разрешений, выдаваемых регулирующим органом (например, путем выдачи лицензии или ряда лицензий в соответствии с национальной правовой базой и соглашениями между государствами, вовлеченными в трансграничные перемещения НСАО).

3.3. Не следует допускать, чтобы одна и та же государственная организация была ответственна как за эксплуатацию, так и за регулирование обращения с радиоактивными отходами. Однако, если этого невозможно избежать, следует четко определять и функционально разграничивать ответственность за эксплуатацию и за регулирование.

## ОТВЕТСТВЕННОСТЬ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ОРГАНА

3.4. При обращении с НСАО перед их захоронением, как и во всех областях установленных законом обязанностей, регулирующему органу необходимо действовать в пределах национальной правовой базы для определения политики, принципов безопасности и соответствующих критериев и для установления требований, которые служат основой для его регулирующей деятельности ([2], пункты 3.1 и 3.2). Необходимо, чтобы регулирующий орган обеспечивал операторов руководящими материалами, касающимися соблюдения требований по обращению с НСАО перед их захоронением. При осуществлении своих обязанностей регулирующему органу необходимо выполнять ряд функций, установленных в [2], основные из которых указаны ниже:

- a) рассматривать и оценивать документы по безопасности, представленные операторами;
- b) осуществлять выдачу, изменение, приостановление действия или отмену официальных разрешений;
- c) проводить инспекции для целей регулирования;
- d) обеспечивать принятие корректирующих мер в случае выявления небезопасных или потенциально небезопасных условий;
- e) принимать необходимые меры по применению санкций в случае нарушения регулирующих требований.

3.5. Рекомендации по рассмотрению и оценке регулирующим органом установок и деятельности, связанных с обращением с НСАО, даны в [16]. Рекомендации в отношении документации, которую регулирующему органу следует требовать от оператора ядерной установки для осуществления регулирования, даны в [17].

3.6. Регулирующему органу следует как можно раньше подготавливать руководящие материалы по снятию с эксплуатации установок по обращению с НСАО. Оператору следует использовать эти руководящие материалы при выборе варианта проектных решений и эксплуатационной практики для облегчения вывода из эксплуатации.

3.7. Ввиду возможного продолжительного периода времени между кондиционированием НСАО и их захоронением особое внимание следует уделять тому, чтобы к моменту, когда это потребуется, имелись бы в наличии достаточные человеческие, технические и финансовые ресурсы и была доступна необходимая информация. Регулирующему органу следует обеспечивать, чтобы при необходимости был предусмотрен соответствующий



механизм получения ресурсов, а необходимая документация подготавливалась и сохранялась в течение соответствующего периода времени. Перечень необходимой документации приводится в [2, 17].

3.8. Регулирующему органу следует, как правило, обеспечивать операторов, осуществляющих работы по обращению с НСАО перед их захоронением, руководящими материалами по следующим вопросам:

- a) критерии защиты здоровья человека и окружающей среды;
- b) требования ядерной и радиационной безопасности;
- c) критерии разрешенных сбросов и выбросов и разрешенного рециклирования;
- d) требования по освобождению материалов от регулирующего контроля;
- e) критерии, относящиеся к характеристике и классификации радиоактивных отходов;
- f) стратегии обращения с радиоактивными отходами;
- g) критерии приемлемости для долгосрочного хранения и/или захоронения радиоактивных отходов;
- h) процессы и порядок выдачи лицензии или другого вида официального разрешения;
- i) порядок осуществления модификаций установки или процессов;
- j) политика и процедуры, используемые регулирующим органом для проверки соблюдения требований и применения санкций;
- k) сроки предоставления и содержание периодических отчетов, направляемых оператором регулирующему органу;
- l) культура безопасности;
- m) обеспечение качества.

3.9. Регулирующему органу следует проводить проверку ключевых аспектов операций по обращению с НСАО перед их захоронением, которые будут осуществляться оператором, таких, как соответствие кондиционированных упаковок НСАО требованиям приемки на установку для захоронения или в хранилище для долгосрочного хранения.

3.10. Предполагается, что правительство будет проводить консультации с регулирующим органом по всем вопросам политики и стратегии в области безопасности обращения с НСАО, а регулирующему органу следует обеспечивать такие консультации по вопросам, касающимся безопасности установок и осуществляемой деятельности, а также по вопросам защиты и безопасности в аварийных ситуациях ([2], пункты 3.3 и 6.6).

## ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ОПЕРАТОРОВ

3.11. До начала сооружения или существенной модификации какой-либо установки по обращению с НСАО перед их захоронением оператор должен представить регулирующему органу документ с детальным разъяснением предлагаемого проекта и эксплуатационной практики, а также анализ безопасности в соответствии с регулируемыми требованиями ([2], Раздел 5). В таком документе следует обосновывать предлагаемую деятельность и подтвердить ее безопасность посредством оценок, как это описано в Разделе 7. Прежде чем регулирующий орган разрешит начало эксплуатации с использованием радиоактивного материала, в соответствии с требованиями регулирующего органа оператору следует выполнить предэксплуатационные испытания и испытания при вводе в эксплуатацию для подтверждения соответствия требованиям проекта и другим требованиям безопасности.

3.12. Оператор может перерабатывать, хранить и/или захоранивать НСАО санкционированным способом, используя собственные установки или передавая отходы на определенной стадии другому оператору. При этом оператору следует определять подходящее место назначения и гарантировать, что НСАО будут переданы только организации, имеющей соответствующее официальное разрешение. Оператору следует нести ответственность и гарантировать безопасное транспортирование радиоактивных отходов в соответствии с национальными и международными положениями по безопасной перевозке радиоактивных материалов [10]. Оператор несет ответственность за обеспечение безопасности всей деятельности по обращению с отходами перед их захоронением, даже если работы переданы на контрактной основе третьей стороне. Любое транспортирование отходов в другое государство должно удовлетворять международным обязательствам, таким, как обязательства, сформулированные в статье 27 Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами [18]. Оператору следует также нести полную ответственность и гарантировать, что упаковки отходов соответствуют требованиям приемлемости для захоронения НСАО. В случае отсутствия таких требований оператору следует представить всестороннее обоснование соответствия упаковок отходов ожидаемым требованиям приемлемости для захоронения с тем, чтобы обеспечить достаточную гарантию того, что кондиционированные НСАО могут быть приняты на захоронение.

3.13. Оператору следует подготовить план вывода из эксплуатации и план действий в случае аварии (противоаварийный план), а также устанавливать механизмы, гарантирующие достаточность финансовых ресурсов для

выполнения всех задач в течение всего жизненного цикла установки по обращению с НСАО [3]. Деятельность, за которую несет ответственность оператор, подробно описана в [2], и требования к этой деятельности следует изменять при необходимости применительно к обращению с НСАО перед их захоронением.

3.14. В некоторых государствах были созданы специализированные организации для обеспечения обслуживания применительно к обращению с отходами. Для обеспечения эффективности работы системы в целом между всеми партнерами следует поддерживать наличие адекватной связи. Наряду с возможными общими выгодами в качестве главной цели в указанном выше процессе обмена информацией следует выбирать повышение безопасности за счет извлечения уроков из эксплуатационного опыта.

## **4. ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ**

4.1. Между всеми этапами обращения с НСАО, начиная от образования отходов и до их захоронения, существует взаимозависимость. При выборе стратегии и видов деятельности при обращении с НСАО перед их захоронением следует планировать все возможные шаги с тем, чтобы выработать сбалансированный подход в общей программе обращения с отходами и избежать несоответствий между требованиями безопасности и эксплуатационными требованиями. Существуют всевозможные альтернативы для каждого из этапов обращения с НСАО. В целях обеспечения безопасности следует оценить все возможные шаги, включая как отдельные этапы процесса, так и все этапы в рамках комплексной системы, в которой отдельные этапы являются взаимодополняющими и зависимыми друг от друга. Например, варианты переработки и кондиционирования НСАО будут зависеть от установленных или ожидаемых требований приемлемости отходов для хранилища.

4.2. Для достижения преемственности в действиях следует учитывать взаимозависимость между этапами обращения с НСАО перед их захоронением. Следует, в частности, рассматривать следующие аспекты:

- a) определение структуры и порядка взаимодействия и разграничение ответственности различных взаимодействующих организаций;
- b) установление, там где это необходимо, критериев приемлемости и подтверждение соответствия критериям приемлемости посредством процедур контроля или проверки учетной документации.

4.3. С целью определения факторов опасности следует систематически оценивать отдельные стадии в программе обращения с НСАО. Опасности следует устранять, если это практически возможно; в противном случае их следует минимизировать путем внесения изменений в проект или в эксплуатационные процедуры.

4.4. Для большинства программ по обращению с НСАО решения относительно обращения с отходами перед их захоронением приходится принимать до разработки окончательных требований приемлемости отходов для захоронения. Решения по обращению с НСАО перед их захоронением следует принимать и реализовывать так, чтобы гарантировалось в конечном счете соответствие требованиям приемлемости отходов для захоронения. В частности, при проектировании упаковок и при подготовке упаковок для захоронения НСАО следует рассматривать пригодность упаковок для транспортирования и хранения, включая возможность перезахоронения, а также их пригодность для размещения в установке для захоронения в соответствии с ожидаемыми требованиями приемлемости отходов.

4.5. Как установлено в разделе 4 документа [3], необходимо, чтобы при определении подходящих вариантов обращения с НСАО перед их захоронением были четко определены границы конкретной ответственности оператора и регулирующего органа, с тем чтобы избежать установления противоречивых требований, которые могут поставить под угрозу безопасность обращения с НСАО перед их захоронением.

#### ВЫБОР ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОГО ВАРИАНТА

4.6. Оператору следует точно определять и оценивать возможные варианты обращения с НСАО и следует обосновывать предпочтительный выбор варианта. Факторы, которые следует принимать во внимание, включают:

- a) виды, физические свойства, химический состав, объемы и радионуклидный состав существующих потоков радиоактивных отходов и тех, которые, согласно прогнозам, будут возникать в будущем;

- b) одобренные критерии приемлемости радиоактивных отходов для всех операций по обращению, включая хранение и захоронение;
- c) наличие соответствующих установок и вариантов захоронения;
- d) наличие соответствующих технологий обработки;
- e) регулирующие требования в отношении санкционированного использования, санкционированных сбросов и освобождения от регулирующего контроля.

## КОНТРОЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ

4.7. Полностью предотвратить образование радиоактивных отходов невозможно, однако такое образование следует поддерживать на минимальном практически достижимом уровне («минимизация отходов»), что является первостепенной целью обращения с радиоактивными отходами [1]. Минимизация отходов относится как к сокращению объемов, так и активности, причем это касается как первичных отходов, так и отходов, возникающих в результате обращения с отходами перед их захоронением. Для облегчения последующей обработки отходов следует также контролировать химические характеристики отходов в месте их образования.

4.8. В качестве целесообразной стратегии минимизации отходов можно рассматривать:

- a) снижение объемов радиоактивных отходов, требующих обращения, путем соответствующей сортировки и хранения нерадиоактивных материалов вне контролируемых зон для предотвращения их загрязнения;
- b) надлежащее планирование действий и использование соответствующего оборудования для манипулирования отходами, с тем чтобы контролировать образование вторичных отходов;
- c) дезактивация материалов и контроль за образованием вторичных отходов при дезактивации;
- d) рециклирование и повторное использование конструкций, систем и элементов.

4.9. В качестве наиболее эффективного метода минимизации отходов следует применять метод уменьшения отходов в месте их образования. В целях минимизации отходов в проекте установок и при установлении регламентов эксплуатации следует рассматривать следующие вопросы:

- a) тщательный подбор материалов, процессов, а также конструкций, систем и элементов установки;
- b) выбор таких проектных решений, которые бы способствовали минимизации образования отходов при окончательном выводе установки из эксплуатации;
- c) использование эффективных и надежных методов и оборудования;
- d) локализация и упаковка радиоактивных материалов с целью сохранения их целостности;
- e) дезактивация зон и оборудования, предотвращение распространения загрязнения.

## ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ОТХОДОВ И КРИТЕРИИ ПРИЕМЛЕМОСТИ

4.10. Необходимо проводить характеристику (определение свойств и характеристик) НСАО на разных стадиях обращения с ними до захоронения, чтобы получить информацию о характеристиках отходов, которая будет использована для контроля качества продукта, контроля технологического процесса и, таким образом, облегчит последующие шаги в процессе безопасной обработки и окончательного захоронения НСАО ([3], пп. 5.4 и 5.14).

4.11. Необходимые данные о характеристиках и методы сбора данных будут различаться в зависимости от типа и формы НСАО (жидкие или отвержденные НСАО). При обработке различных потоков отходов характеристика может выполняться путем отбора проб и анализа химических, физических и радиологических свойств отходов. Качество упаковок отходов можно определять неразрушающими и реже также разрушающими методами. Однако во избежание чрезмерного облучения персонала вместо отбора проб и проверки упаковок или дополнительно к этому допускается применение косвенных методов характеристики, основанных на контроле процесса и информации о самом процессе. Методы характеристики отходов при обработке отходов следует согласовывать в регулирующем органе в рамках процесса выдачи официального разрешения.

4.12. Следует обеспечивать, чтобы важной целью обращения с НСАО перед их захоронением было получение таких упаковок отходов, которые могут обеспечивать безопасность при выполнении операций манипулирования, перевозки, хранения и захоронения. В частности, НСАО следует кондиционировать с целью обеспечения соблюдения требований приемлемости для захоронения. Для обеспечения достаточной гарантии того, что кондиционированные отходы могут быть приняты для захоронения при возможном

отсутствии каких-либо установленных конкретных требований, следует, насколько это возможно, предусмотреть варианты обращения с НСАО в будущем и связанные с этим требования приемлемости отходов. Выполнения требования приемлемости отходов можно добиться, если использовать транспортный пакет, который будет соответствовать конкретным условиям на площадке хранилища и характеристикам НСАО, а также инженерным компонентам установки для захоронения. В Приложении II перечислены типичные свойства и характеристики, которые следует рассматривать для упаковок отходов при обращении с НСАО перед их захоронением.

4.13. Чтобы гарантировать приемлемость упаковок отходов для захоронения, следует предусматривать программу по разработке процесса кондиционирования, которая подлежит одобрению регулирующим органом. Следует обеспечивать, чтобы параметры, выбранные для характеристики отходов и для контроля процесса, гарантировали наличие необходимых свойств у упаковок для отходов. В Разделе 8 приводятся руководящие материалы по осуществлению программы обеспечения качества, относящейся к обращению с НСАО перед их захоронением.

## КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

4.14. В обычном процессе обращения с отходами каждый этап процесса зависит от удовлетворительного выполнения требований, предъявляемых к деятельности на предыдущих этапах. Персоналу, ответственному за эксплуатацию установок, на которых образуются НСАО и/или осуществляется обращение с ними, следует проходить обучение по специальной программе, которая будет гарантировать, что данный персонал знает соответствующие технологические процессы и имеет представление о взаимозависимости всех стадий в процессе обращения с отходами, а также о последствиях ошибок оператора с точки зрения обеспечения безопасности и образования отходов. Без таких знаний могут, например, быть подготовлены упаковки отходов, которые не будут удовлетворять критериям приемлемости для последующей обработки, хранения или захоронения или которые могут представлять опасность.

4.15. Персоналу, ответственному за выбор технологических процессов по обращению с НСАО перед их захоронением, также следует иметь соответствующий уровень подготовки и квалификации для выполнения возложенных на него функций. Кроме того, операторам в области обращения с НСАО перед их захоронением следует обеспечивать наличие достаточного числа работников, имеющих соответствующий уровень квалификации и опыт работы для

эксплуатации и обслуживания оборудования, процессов и систем по обращению с радиоактивными отходами перед их захоронением и обслуживающих систем. На всех стадиях обращения с радиоактивными отходами перед их захоронением оператору следует обеспечивать, чтобы эксплуатационный, обслуживающий и технический персонал имел представление о природе отходов и о связанных с ними опасностях, соответствующих эксплуатационных процедурах и соответствующих мероприятиях по безопасности, а также о действиях в случае инцидента или аварии.

## ОБЛЕГЧЕНИЕ РАБОТ ПО СНЯТИЮ С ЭКСПЛУАТАЦИИ

4.16. Вопросы окончательного снятия с эксплуатации установки следует рассматривать на этапе проектирования установки по обращению с радиоактивными отходами перед их захоронением в целях облегчения работ по выводу из эксплуатации, а также поддержания образования радиоактивных отходов на минимальном практически достижимом уровне. Окончательной целью снятия с эксплуатации является частичное или полное освобождение установки от регулирующего контроля. Дальнейшие рекомендации по снятию с эксплуатации приведены в [57].

4.17. Требования по снятию с эксплуатации установок по обращению с радиоактивными отходами перед их захоронением изложены в [3]. Рекомендации по выполнению этих требований для установок по обращению с радиоактивными отходами перед их захоронением даны в [5]. Ключевые аспекты, которые следует рассматривать при снятии с эксплуатации установок по обращению с НСАО перед их захоронением, согласно определению в [5], включают:

- a) выбор варианта снятия с эксплуатации, при котором принимаются во внимание радионуклидный состав оставшихся отходов, технические показатели, стоимость, график выполнения работ и административные факторы;
- b) разработку плана вывода из эксплуатации, в том числе первоначального плана и окончательного плана, в которых учитываются все важные изменения в установке и информация, полученная в процессе эксплуатации установки после подготовки первоначального плана по снятию с эксплуатации;
- c) определение наиболее важных задач, выполняемых при снятии с эксплуатации; в частности, дезактивация, демонтаж, разборка, снос, контроль и проведение окончательного радиологического обследования;



- d) административная деятельность, важная для вывода из эксплуатации, такая, как подготовка персонала, организационный контроль, радиологический мониторинг, планирование и контроль обращения с отходами, физическая защита, меры безопасности и обеспечение качества.

4.18. Для облегчения окончательного снятия с эксплуатации установки должным образом следует учитывать как аспекты проектирования, так и аспекты эксплуатации, которые будут влиять на безопасность вывода из эксплуатации (например, применяемые химические или механические процессы). Следует обеспечивать, чтобы учитываемые в проекте соображения в отношении снятия с эксплуатации и меры по снятию с эксплуатации соответствовали ожидаемым опасностям, связанным с установкой.

## ПОДГОТОВКА ДОКУМЕНТАЦИИ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

4.19. В рамках национальной системы по обращению с радиоактивными отходами и в соответствии с ответственностью эксплуатирующих организаций [2] регулирующий орган может потребовать, чтобы оператор в поддержку заявления на лицензию или другой тип официального разрешения для установки по обращению с отходами перед их захоронением представил документацию, обосновывающую безопасность. В документацию по безопасности для комплексной проработки следует включать:

- a) описание установки и ее элементов, оборудования и систем;
- b) характеристики площадки;
- c) характеристики отходов, с которыми будет осуществляться обращение, и соответствующие критерии приемлемости;
- d) описание методов манипулирования и обработки, а также получаемая форма отходов;
- e) временное хранение отходов на различных стадиях их обработки;
- f) образование вторичных радиоактивных отходов и обращение с ними;
- g) контроль выбросов;
- h) организационный контроль эксплуатации;
- i) оценка безопасности и оценка воздействия на окружающую среду;
- j) программы мониторинга;
- k) программы подготовки персонала;
- l) аспекты, касающиеся применения гарантий в соответствующих случаях, и обеспечение сохранности радиоактивных материалов;
- m) план аварийной готовности;

- п) программа обеспечения качества;
- о) план снятия с эксплуатации.

## **5. ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С НСАО ПЕРЕД ИХ ЗАХОРОНЕНИЕМ**

### **ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ**

5.1. Основной целью обращения с НСАО перед их захоронением является получение окончательного продукта, соответствующего критериям приемлемости для захоронения и требованиям, применяемым к любой связанной с этим деятельности по манипулированию, транспортированию и хранению. Обращение с НСАО перед их захоронением может также приводить к образованию отходов или материалов, которые являются пригодными для санкционированного сброса, санкционированного использования, освобождения от регулирующего контроля или захоронения.

5.2. НСАО следует перерабатывать и хранить в соответствии с документально подтвержденными процедурами, базируясь на документах по безопасности, утвержденных регулирующим органом, и опыте эксплуатации. Деятельность по обращению с НСАО перед их захоронением следует осуществлять в строгом соответствии с установленными процедурами, с тем чтобы гарантировать достижение и поддержание надлежащих стандартов эксплуатации. Следует передавать в регулирующий орган подробные сведения о любых изменениях в эксплуатации, важных для безопасности. Если такие изменения нарушают основания для выдачи лицензии или официального разрешения, для проведения таких изменений может потребоваться утверждение регулирующего органа.

5.3. Общие положения, относящиеся к радиоактивным материалам и безопасности установок в процессе обращения с НСАО перед их захоронением, включают:

- а) ограничение внешнего и внутреннего воздействия на работников, например, вследствие внешнего облучения и вследствие наличия радионуклидов в аэрозолях;
- б) предотвращение возникновения пожаров и взрывов;
- в) минимизацию утечек жидких отходов;
- г) минимизацию выбросов летучих и аэрозольных радионуклидов;

- е) предотвращение возникновения критичности, в частности, ситуаций, когда отходы, содержащие делящиеся изотопы, могут концентрироваться вследствие переработки, например, осаждения или сжигания отходов.

## КОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВКИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАЩЕНИЯ С НСАО ПЕРЕД ИХ ЗАХОРОНЕНИЕМ

5.4. Требования к установкам по обращению с НСАО перед их захоронением будут изменяться в зависимости от объемов и характеристик отходов, таких, как природа радионуклидов, активность, химический состав и физическая форма отходов, а также любые нерадиологические опасности.

5.5. Для установок по обращению с НСАО перед их захоронением следует предусматривать достаточную мощность для переработки всех образующихся отходов, при этом следует обеспечивать достаточную емкость хранилищ с учетом неопределенностей, связанных с эксплуатационной готовностью установок по обработке, кондиционированию и захоронению. При проектировании установки следует учитывать возможную необходимость переработки тех отходов, которые могут возникнуть внепланово вследствие инцидентов и аварий, а также в результате проведения капитального ремонта, требующего демонтажа конструкций, систем или элементов ядерных установок.

5.6. Установки по обращению с НСАО перед их захоронением на любой отдельной площадке следует размещать в одной зоне, насколько это практически осуществимо, чтобы сократить необходимость в транспортировке отходов между участками, где осуществляется обработка, и участками, где они хранятся.

5.7. При проектировании установки по обращению с НСАО перед их захоронением следует рассматривать необходимость:

- а) защиты от ионизирующего излучения (посредством биологической защиты и локализации);
- б) контроля доступа в зоны обработки и хранения отходов и контроля перемещения между зонами излучения и зонами загрязнения;
- в) извлечения хранящихся отходов;
- г) характеристики отходов и контроля их радионуклидного состава;
- д) проверки состояния отходов и их локализации;
- е) обращения с отходами и упаковками отходов, которые не соответствуют спецификациям;

- g) контроля за жидкими и газообразными сбросами и выбросами;
- h) вентиляции и фильтрации аэрозольных выбросов радиоактивных материалов;
- i) операций по обращению с отходами, которые могут привести к возникновению нерадиологических опасностей;
- j) работ по техническому обслуживанию и окончательному снятию с эксплуатации;
- k) обеспечения противопожарной защиты и предупреждения взрывов;
- l) предотвращения образования критичности;
- m) мер контроля в связи с применением гарантий и мер контроля для обеспечения физической сохранности ядерных материалов с уделением должного внимания требованиям безопасности.

## ОБРАБОТКА НСАО

### **Предварительная обработка**

5.8. Обработка НСАО включает операции по предварительной обработке, такие, как сбор отходов, их сортировка, регулирование их химического состава и дезактивация.

5.9. В результате предварительной обработки может снизиться количество НСАО, требующих дальнейшей переработки и захоронения. Могут предприниматься действия, направленные на то, чтобы изменить характеристики отходов, сделать их более пригодными для дальнейшей переработки и снизить или устранить определенные опасности, присущие отходам вследствие их радиологических, физических, химических или патогенных свойств.

5.10. Первым этапом в процессе предварительной обработки НСАО является сбор отходов радиоактивных материалов и при необходимости их сортировка в зависимости от радиологических, физических, химических или патогенных свойств. НСАО, содержащие преимущественно короткоживущие радионуклиды, не следует смешивать с долгоживущими отходами. При сортировке отходов следует принимать во внимание возможность их освобождения от регулирующего контроля, рециклирования или сброса в окружающую среду либо сразу, либо по истечении периода распада.

5.11. Для облегчения дальнейшей обработки и повышения безопасности твердые НСАО следует сортировать в соответствии с общей стратегией

обращения с отходами и с учетом имеющихся установок. Предусматриваемая сортировка включает разделение на:

- a) сжигаемые или несжигаемые компоненты, если существует возможность сжигания;
- b) прессуемые или непрессуемые компоненты, если существует возможность компактирования;
- c) металлические или неметаллические компоненты, если существует возможность переплавки;
- d) компоненты с фиксированным (неснимаемым) или нефиксированным (снимаемым) поверхностным радиоактивным загрязнением, если существует возможность дезактивации.

При сортировке особое внимание следует уделять материалам и объектам, которые являются пирофорными, взрывоопасными, химически активными или обладают другого рода опасными характеристиками, либо которые содержат свободную жидкость или сжатые газы.

5.12. В процессе дезактивации удаляют поверхностное загрязнение, используя комбинации механических, химических и электролитических методов. Следует уделять внимание ограничению образования вторичных отходов и гарантировать, что характеристики образующихся вторичных отходов совместимы с последующими шагами в процессе обращения с отходами.

5.13. Для облегчения сбора и сортировки жидких НСАО следует, насколько это возможно, определять их характеристики на основе радиологических, физических, химических или патогенных свойств. При соответствующих характеристиках возможен сброс отходов с соблюдением разрешенных пределов при условии, что нерадиологические характеристики отходов позволяют делать это.

5.14. При смешивании потоков НСАО следует обеспечивать, чтобы потоки были радиологически и химически совместимыми. При рассмотрении возможности смешивания потоков отходов с различными химическими свойствами следует оценивать химические реакции, которые могут при этом происходить, чтобы избежать неконтролируемых и неожиданных реакций, в особенности незапланированных выбросов летучих радионуклидов или радиоактивных аэрозолей. Органические жидкости вследствие их химической природы требуют другой обработки, и эти жидкости следует отделять и содержать отдельно от водных потоков НСАО. Жидкие органические отходы могут быть огнеопасными, и в требования по их сбору и хранению следует включать положения по обеспечению соответствующей вентиляции и противопожарной защиты.

## **Освобождение от регулирующего контроля материалов отходов и сбросов в окружающую среду**

5.15. Обращение с НСАО, в особенности сортировка и предварительная обработка, выполняются с тем, чтобы минимизировать количество радиоактивных отходов, которые необходимо будет обрабатывать, хранить и захоранивать [1]. Следует использовать, насколько это практически возможно, такие варианты обращения, как разрешенные сбросы, захоронение, рециклирование, повторное использование и освобождение от регулирующего контроля материалов в соответствии с условиями и критериями, установленными регулирующим органом [3]. В соответствующих случаях следует использовать дезактивацию и/или достаточно продолжительный период хранения, в течение которого происходит радиоактивный распад, с тем чтобы можно было освободить материалы отходов от регулирующего контроля.

### *Освобождение материалов от регулирующего контроля*

5.16. Основные нормы безопасности предусматривают, что «Источники, включая вещества, материалы и предметы [в том числе отходы], в рамках практической деятельности, в отношении которой направлено уведомление, или разрешенной практической деятельности могут быть освобождены от дальнейшего действия требований настоящих Норм, если они соответствуют уровням освобождения от контроля, утвержденным [регулирующим органом]. Такие уровни освобождения от контроля учитывают критерии изъятия, указанные в Приложении I [эффективная доза порядка 10 мкЗв или менее в год, и либо ожидаемая коллективная эффективная доза 1 человеко-зиверт за год, либо оценка оптимизации защиты, показывающая, что изъятие является оптимальным вариантом], и не превышают уровни изъятия, указанные в Приложении I или определенные [регулирующим органом] на основе критериев, указанных в Приложении I, если иное не утверждено [регулирующим органом]» ([13], пункт 2.19).

5.17. Производителю отходов или оператору следует иметь установленный официально порядок, позволяющий подтвердить соблюдение регулирующих требований в отношении освобождения материалов от регулирующего контроля. Кроме того, следует обеспечивать соблюдение других требований, касающихся освобождения, применительно к другим характеристикам опасности отходов.

## *Газо-аэрозольные выбросы и сбросы жидких радиоактивных веществ в окружающую среду*

5.18. Принципы безопасного обращения с радиоактивными отходами включают принцип снижения выхода радиоактивных веществ в окружающую среду до минимального практически достижимого уровня при различных процессах обращения с радиоактивными отходами [1]. Однако в рамках оптимизированной программы обращения с радиоактивными отходами наиболее приемлемым вариантом могут быть контролируемые и разрешенные регулирующим органом сбросы и выбросы радиоактивных веществ в окружающую среду. Ограничение и контроль таких сбросов и выбросов следует устанавливать в соответствии с требованиями регулирующего органа [14].

### *Освобождение сооружений и площадок от регулирующего контроля*

5.19. 5.19. При выводе из эксплуатации сооружений и площадок перед их освобождением от регулирующего контроля следует должным образом осуществлять обращение со всеми остающимися отходами, удалять их и передавать на разрешенное хранение или на установку по захоронению. Установки или площадки следует дезактивировать до уровней, установленных регулирующим органом. Соответствующие рекомендации и руководящие материалы даны в [57].

## **Обработка**

5.20. Обработка НСАО может включать:

- a) уменьшение объема отходов (путем сжигания горючих отходов, компактирования твердых отходов и фрагментации или разборки крупногабаритных компонентов или оборудования, являющихся отходами);
- b) удаление радионуклидов (путем выпаривания или ионного обмена в случае жидких отходов и фильтрации газообразных отходов);
- c) изменение формы или состава (путем химической обработки, такой, как осаждение, флокуляция и обработка кислотой, а также химическое и термическое окисление);
- d) изменение свойств отходов.

5.21. Сжигание горючих твердых НСАО обычно приводит как к максимальному уменьшению объема отходов, так и к получению стабильной формы отходов. После сжигания радионуклиды отходов распределяются между золой, продуктами очистки отработанных газов и дымовыми выбросами. Это

распределение будет зависеть от проекта и эксплуатационных характеристик установки для сжигания и природы радионуклидов в отходах. Сжигание также является предпочтительным методом для переработки органических жидкостей, поскольку продуктами полного сжигания являются зола, углекислый газ и вода. Другие составляющие отходов могут выделять кислые газы и коррозионные продукты сгорания, поэтому следует принимать во внимание коррозию компонентов установки для сжигания и выбросы кислотосодержащих газов в атмосферу. Может потребоваться очистка отходящего газа для предотвращения выбросов радиоактивных и нерадиоактивных опасных материалов, и следует рассматривать ее применение. Следует обращать внимание на радионуклиды, накапливающиеся в системе газоочистки, и радионуклиды, которые остаются в золе, с целью их последующего кондиционирования.

5.22. Выход радионуклидов в окружающую среду в значительной степени определяется эксплуатационными характеристиками установки для сжигания, и, в частности, он зависит от температуры, типа и количества сжигаемых отходов, их радионуклидного состава. На установке для сжигания, предназначенной для переработки значительных количеств радиоактивных отходов, соответствующими средствами оператору следует контролировать радионуклиды в дымовых выбросах для гарантии того, что концентрация и количество выбросов находятся в установленных регулирующим органом пределах и согласуются с параметрами, заложенными в модели при проведении анализа безопасности. Продукты сжигания могут включать кислоты, полихлорбифенилы и другие различные вещества, представляющие нерадиологическую опасность, которые следует принимать во внимание.

5.23. Компактирование является подходящим методом для уменьшения объема отходов определенного типа. Следует четко определять и контролировать характеристики материалов, подлежащих компактированию, и желательное уменьшение объема. Последствия компактирования, которые следует рассматривать при выборе или проектировании и эксплуатации установки для компактирования, включают:

- a) возможный выход летучих радионуклидов и других аэрозольных радиоактивных загрязнителей;
- b) возможный выход загрязненных жидкостей в процессе компактирования;
- c) химическую активность материалов в процессе и после компактирования;
- d) потенциальную пожаро- и взрывоопасность вследствие пирофорных или взрывоопасных материалов или элементов, находящихся под давлением.



5.24. Перед кондиционированием крупногабаритных отходов или отходов, имеющих нестандартные для данной операции размеры (например, в случае кондиционирования изношенных деталей и устройств), могут использоваться фрагментация или разборка и другие методы уменьшения размеров. Для этого обычно используются резка высокотемпературным пламенем, различные способы распилки, гидравлическая резка, абразивная резка и резка плазменной дугой. При выборе метода и при эксплуатации оборудования следует рассматривать способы предотвращения распространения загрязнения в виде частиц.

5.25. Для несжигаемых и непрессуемых твердых отходов, для которых выдержка до достижения распада или дезактивация неприменимы, следует рассматривать непосредственное кондиционирование без предварительной обработки. Переплавка металлического лома, представляющего собой НСАО, которая приводит к гомогенизации радиоактивного материала и его аккумуляции в шлаке, может рассматриваться как способ, обеспечивающий возможность санкционированного повторного использования материала или его выведения из-под регулирующего контроля.

5.26. Методы переработки водных отходов включают выпаривание, химическое осаждение, ионный обмен, фильтрацию, центрифугирование, ультрафильтрацию, электродиализ, сжигание и обратный осмос. В каждом случае следует рассматривать ограничения в применении этих методов вследствие коррозии, образования окалины и накипи, пенообразования, риска возникновения пожара или взрыва в присутствии органических веществ, особенно в отношении соблюдения безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании. Если отходы содержат делящиеся материалы, следует оценивать и исключать в максимально достижимой степени возникновение критичности посредством технических решений и административных мер.

5.27. Отработанные ионообменные смолы обычно выгружаются в виде шлама и в последующем с ними обращаются как с жидкими отходами, хотя некоторые операторы хранят смолы как твердые отходы. Когда смолы переходят в состояние шламов, следует предпринимать меры для предотвращения закупорки потока, так как это может вызвать появление участка повышенной радиоактивности («горячих пятен»), что потребует специального обслуживания. Особое внимание следует уделять долговременному хранению смол перед кондиционированием вследствие потенциальной возможности возникновения радиолитического и химических реакций, сопровождающихся образованием горючих газов или вызывающих физическое повреждение, либо возникновения экзотермических реакций.

5.28. Вследствие обработки НСАО могут образовываться жидкие сбросы. Следует обеспечивать, чтобы все жидкие сбросы были легко диспергируемыми в воде. Если жидкости содержат суспензированные материалы, может потребоваться предварительная фильтрация перед их сбросом. Отходы, которые не смешиваются с водой, следует полностью исключать из сбросных потоков. Кислотные или щелочные жидкости перед сбросом следует нейтрализовывать. Если отходы также содержат токсичные или другие химические вещества, которые могут негативно воздействовать на окружающую среду или обработку сточных вод, такие отходы до сброса следует обрабатывать в соответствии с нормами, регулирующими охрану здоровья, обеспечение безопасности и защиту окружающей среды.

5.29. Радиоактивные частицы и аэрозоли в газовых выбросах могут удаляться путем фильтрации с использованием высокоэффективных воздушных фильтров (НЕРА). Иод и благородные газы можно удалять с помощью фильтров или сорбентов на основе активированного древесного угля. Следует рассматривать использование скрубберов для удаления газообразных химических соединений, частиц и аэрозолей из отходящих газов. По требованию регулирующего органа, либо если обеспечение безопасности в существенной степени зависит от надежности системы, следует использовать системы с резервированием, состоящие, например, из двух последовательных фильтров на случай выхода из строя одного из них. В число дополнительных элементов в системе удаления отходящих газов, использование которых следует рассматривать с целью выявления возможных проблем, входят элементы, обеспечивающие надежное функционирование фильтров, например, фильтры предварительной очистки или фильтры грубой очистки, системы контроля температуры и влажности, а также оборудование для мониторинга, такое, как датчики, показывающие перепад давлений.

5.30. Отработавшие фильтры и сорбенты рассматриваются как твердые отходы. Поэтому следует обеспечивать, чтобы физические и химические свойства выбираемых фильтров были совместимы с процессами переработки и кондиционирования потоков твердых НСАО, в которых они будут обрабатываться. При замене фильтров или последующей обработке радиоактивных веществ, улавливаемых фильтрами, следует предпринимать меры по предотвращению неконтролируемого рассеивания вещества.

### **Кондиционирование**

5.31. Кондиционирование НСАО состоит из операций, в результате которых получают упаковки отходов, пригодные для безопасного обращения с ними, их

транспортирования, хранения и захоронения. Кондиционирование может включать иммобилизацию жидких или рассеиваемых отходов, размещение отходов в контейнер и обеспечение (в случае необходимости) транспортного пакета.

5.32. Следует обеспечивать, чтобы упаковки с отходами, получаемые в результате кондиционирования, удовлетворяли соответствующим критериям приемлемости. Поэтому с регулирующим органом и организациями, осуществляющими или планирующими предоставлять услуги по транспортированию и хранению, а также с операторами установок по хранению и захоронению следует проводить консультации при принятии решений в отношении необходимого типа предварительной обработки, переработки и кондиционирования.

5.33. Жидкие НСАО часто переводят в твердую форму путем их отверждения в подходящей матрице, такой, как цемент, битум или полимеры. Отверждение может также достигаться без использования матрицы, например, путем сушки. Полученный в результате этого продукт помещается в контейнер.

5.34. Следует обеспечивать, чтобы процесс отверждения жидких НСАО, насколько это практически возможно, приводил к получению формы отходов, имеющих следующие характеристики и свойства:

- a) совместимость (физическую и химическую) отходов, любого материала матрицы и контейнера;
- b) гомогенность;
- c) низкую пористость;
- d) низкую проницаемость и выщелачиваемость;
- e) химическую, термическую, структурную, механическую и радиационную стабильность в течение необходимого периода времени;
- f) стойкость к воздействию химических веществ и микроорганизмов.

Требования к твердым НСАО следует устанавливать в каждом конкретном случае. Характеристики формы отходов, перечисленные выше, применяются в отношении многих типов твердых НСАО. Некоторые из этих характеристик (в частности, гомогенность и низкая пористость) не применяются в отношении определенных типов твердых НСАО.

5.35. Следует учитывать, что определенные металлы, такие, как алюминий, магний и цирконий, могут реагировать, например, со щелочной водой цементного раствора или водой, диффундирующей из цементной матрицы, с

образованием водорода. При проведении кондиционирования следует уделять внимание содержанию хелатообразующих веществ, органических жидкостей или масел, а также солесодержанию жидких отходов.

5.36. Следует обеспечивать совместимость отходов и вмещающих их контейнеров. В зависимости от характеристик отходов и метода обращения, транспортирования и хранения контейнер может быть необходим также в качестве защиты от прямого излучения. При выборе материала для контейнера и его внешнего покрытия следует обращать внимание на удобство проведения дезактивации. Если контейнер первоначально проектировался без учета соответствующих требований и не соответствует критериям приемлемости для перевозки, хранения или захоронения, потребуется дополнительный контейнер или транспортный пакет, чтобы выполнить эти критерии. Следует обращать внимание на совместимость упаковки отходов и транспортного пакета с учетом технических требований в отношении приемлемости отходов.

5.37. В случае значительной отсрочки в принятии решения в отношении приемлемого способа захоронения следует обеспечивать, чтобы контейнер сохранял целостность в течение всего периода хранения до захоронения, а также следует обеспечивать:

- a) возможность его извлечения по окончании периода хранения;
- b) возможность его помещения в дополнительный контейнер в случае необходимости;
- c) возможность его транспортирования и манипулирования им на установке по захоронению;
- d) требуемое функционирование в условиях захоронения.

## ХРАНЕНИЕ

5.38. Хранение является одним из вариантов обращения с отходами, который следует рассматривать в случае любой стратегии обращения. Надлежащее хранение следует предусматривать на всех стадиях обработки отходов с целью изоляции и защиты окружающей среды; следует также облегчать извлечение отходов для последующих этапов. Рекомендации по безопасному хранению радиоактивных отходов даны в [12].

5.39. НСАО могут храниться с целью снижения радиоактивности за счет распада до таких уровней, которые позволят произвести их санкционированный сброс, санкционированное использование или освобождение от регулирующего

контроля. Хранение может также потребоваться в связи с особенностями эксплуатационного процесса; например, если передача отходов за пределы площадки осуществляется периодически через установленный интервал времени.

5.40. Следует обеспечивать достаточные мощности для хранения отходов, образующихся при нормальных условиях эксплуатации, а также резервные объемы на случай образования отходов при любых инцидентах или нештатных ситуациях. Может потребоваться увеличение этих мощностей в случае ситуации, когда отходы не могут быть вывезены за пределы площадки, например, при отсутствии установки для захоронения.

5.41. Отходы, содержащие радионуклиды с очень коротким периодом полураспада (примерно до 100 дней), могут собираться и храниться до достижения ими критериев, установленных регулирующим органом для освобождения от регулирующего контроля либо для их санкционированного сброса или использования.

5.42. На установках, на которых образуется значительное количество жидких отходов, следует использовать для их хранения контейнеры-сборники. Такие контейнеры следует изготавливать из химически устойчивых материалов, таких, как нержавеющая сталь, пластмасса, углеродистая сталь с резиновой облицовкой или стекловолокно. Следует обеспечивать вторичную защитную оболочку вокруг контейнера для предотвращения распространения загрязнения в случае утечек. Следует также рассматривать обеспечение адекватного защитного экранирования.

5.43. Контейнеры для сбора и хранения следует оснащать надлежащими устройствами для перемешивания, вентиляции и переливания отходов в целях предупреждения осаждения шламов и скопления в контейнерах опасных газов. Следует обеспечивать пробоотбор и резервирование объемов на случай возникновения внеплановых событий. Пол в помещении или зоне, где производится хранение или обработка жидких отходов, для удобства проведения дезактивации следует герметизировать с целью исключения просачивания жидкости.

5.44. Следует обеспечивать целостность упаковок при хранении, а в установке для хранения следует обеспечивать условия для сохранения исходной (на момент получения) целостности упаковок с отходами в течение всего времени хранения до их извлечения для дальнейшей обработки, кондиционирования или захоронения. Проектирование установки следует выполнять так, чтобы она

позволяла проведение радиационного контроля и инспекционных проверок, включая визуальные или другие проверки упаковок с отходами для выявления на ранней стадии любого физического износа, либо свидетельств протечек или накопления газа в контейнерах.

5.45. Радиационный контроль и визуальные проверки следует проводить всякий раз, когда производятся манипуляции с отходами или осуществляется их перемещение (размещение в хранилище, извлечение или транспортирование за пределы площадки). Такой контроль направлен на обеспечение безопасности работников, выполняющих работы по обращению с отходами, помогает предотвратить аварийное распространение радиоактивного загрязнения и обеспечивает дополнительную проверку системы ведения документации.

5.46. Для установки по хранению следует предусматривать соответствующую вентиляцию для вытяжки всех газов, образующихся при нормальной эксплуатации или при ожидаемых аварийных условиях. В проект установок для хранения горючих отходов следует включать системы предупреждения, обнаружения и контроля пожаров.

## ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

5.47. НСАО следует соответствующим образом упаковывать и помещать в контейнер для перевозки автомобильным, железнодорожным, воздушным или морским транспортом в соответствии с национальными юридически закрепленными требованиями. Такие национальные юридически закрепленные требования следует устанавливать на основе требований, содержащихся в [10] или в международных соглашениях.

5.48. При перевозке НСАО в пределах площадки может не требоваться соблюдение всех требований по транспортированию за пределами площадки, поскольку эти перевозки постоянно находятся под контролем оператора, ответственного за работу на площадке. Оператору следует устанавливать требования и санкции для обеспечения безопасности транспортирования в пределах площадки. В процедурах, предусмотренных на случай аварии на площадке, оператору установки следует принимать во внимание возможность облучения населения вследствие транспортировки НСАО на площадке, хотя такое облучение является маловероятным.

## 6. УЧЕТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ОТЧЕТНОСТЬ

### ВЕДЕНИЕ УЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

6.1. Оператору установки следует обеспечивать применение процедуры ведения надлежащей документации и учета в соответствии с программой обеспечения качества. Рекомендации по контролю документации и ведению учета приведены в Руководстве по безопасности Q3 [19]. Объем и детальность ведения учета зависят от опасности и/или сложности данной операции, и их следует согласовывать с регулирующим органом.

6.2. Учетные документы имеют различные периоды пригодности. Требования, предъявляемые к учетной документации в отношении установок по обращению с отходами, собственно отходов и соответствия критериям приемлемости для захоронения отходов, предусматривают, что такую документацию необходимо сохранять в течение срока, устанавливаемого регулирующим органом ([3], пункты 3.9 и 3.12). В учетные документы следует включать:

- a) данные, требуемые для национального реестра отходов;
- b) данные, необходимые для характеристики отходов;
- c) учетную документацию по результатам контроля процесса обработки, упаковки и кондиционирования;
- d) документацию по закупке контейнеров, необходимых для обеспечения локализации радиоактивности в течение определенного срока (например, в хранилище);
- e) технические требования к упаковкам отходов и документация по проверке отдельных контейнеров и упаковок;
- f) данные о тенденциях в изменении эксплуатационных характеристик;
- g) данные о несоответствии техническим характеристикам (спецификациям) на упаковки отходов и предпринятые действия для их устранения;
- h) данные мониторинга;
- i) результаты оценки безопасности;
- j) письменные эксплуатационные процедуры (регламенты);
- k) любые дополнительные данные, требуемые регулирующим органом.

6.3. В данные по характеристике отходов следует включать относящуюся к отходам информацию, указывающую:

- a) источник или происхождение отходов;

- b) физическую и химическую форму;
- c) количество (объем и/или массу);
- d) радиологические характеристики (концентрацию активности, суммарную активность, радионуклидный состав и их количественное соотношение);
- e) классификацию в соответствии с национальной системой классификации отходов;
- f) любые химические, патогенные или другие опасности, связанные с отходами и концентрациями опасных материалов;
- g) особые способы манипулирования, применение которых необходимо ввиду соображений, связанных с критичностью, необходимости отвода теплоты радиоактивного распада или значительных уровней радиационного излучения.

## ОТЧЕТНОСТЬ

6.4. Оператору установки следует в соответствии с установленным графиком периодически предоставлять отчеты регулирующему органу относительно выполнения условий официального разрешения. В текущие отчеты следует включать информацию об операциях по обращению с отходами, выполненных в течение отчетного периода, и о ситуации на момент предоставления отчета. В общем случае в отчет следует включать краткое описание по следующим вопросам:

- a) полученные отходы либо внешнего происхождения, либо образовавшиеся непосредственно на установке, включая вторичные отходы от обработки первичных отходов и отходы, образующиеся в результате технического обслуживания или вывода из эксплуатации любых конструкций, систем или элементов установки;
- b) обработка отходов, в том числе сведения о применяемом процессе обработки;
- c) любые отходы, выделяющиеся в процессе перемещения отходов;
- d) сбросы и выбросы;
- e) материалы, освобожденные от регулирующего контроля;
- f) перечень и изменения, произошедшие за несколько лет в этом перечне поступивших, переработанных, хранящихся и переданных на установку отходов, а также тенденции в характеристиках безопасности;
- g) оценки воздействия установки применительно к облучению персонала и населения;
- h) несоответствие критериям приемлемости отходов или другим требованиям.



6.5. Оператору установки следует соблюдать требование о незамедлительном представлении регулирующему органу информации о любых инцидентах или авариях, либо сообщать об обнаружении какой бы то ни было информации, которая ставит под сомнение аспекты безопасности установки или основания для выдачи официального разрешения. Следует также сообщать регулирующему органу информацию о несоответствии критериям приемлемости отходов или о действиях, предпринятых либо предложенных для улучшения ситуации.

## 7. ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. К заявлению на получение лицензии или официального разрешения другого вида операторам необходимо прилагать специальный отчет по оценке безопасности ([3], пункт 5.3). Содержание, объем и строгость такой оценки будут зависеть от характера операций по обращению с отходами и от радиологической опасности. Следует проводить также оценку воздействия на окружающую среду, если это требуется национальным законодательством, для подтверждения того, что ожидаемое воздействие на окружающую среду при строительстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации установки соответствует нормативным документам, утвержденным национальным регулирующим органом. Может потребоваться проведение на основе полученного эксплуатационного опыта повторной оценки ожидаемого воздействия при снятии с эксплуатации и проведение оценки безопасности.

7.2. Оценка безопасности требуется для подтверждения того, что требуемые рабочие характеристики могут быть достигнуты, а весь процесс является приемлемым для получения лицензии или соответствующего официального разрешения ([3], пункт 5.3). В итоги оценки следует включать ожидаемое воздействие на персонал, население и окружающую среду. Следует определять количество и концентрации радиоактивных или других опасных материалов, которые могут быть удалены с установки без ущерба для безопасности, о чем следует составлять соответствующую документацию. Рекомендации по подготовке оценки безопасности при обращении с НСАО перед их захоронением даны в [20].

7.3. Оценку безопасности следует проводить, принимая во внимание требования всех соответствующих нормативных документов и руководств по безопасности в отношении потенциальных опасностей на каждой стадии

процесса обращения с отходами. В оценку безопасности следует включать все действия и возможные опасности, связанные с каждым аспектом обращения с радиоактивными отходами на установке. Оценка безопасности может также требоваться в случае практической деятельности по обращению с отходами за пределами площадки, в том числе и при транспортировании отходов.

7.4. В оценке безопасности следует рассматривать весь диапазон ожидаемых характеристик отходов, а также оценивать воздействия и влияние на окружающую среду установки при ее нормальной эксплуатации и в случае возможных аварийных ситуаций. Это связано с определением путей переноса радионуклидов в окружающей среде к человеку и их потенциального воздействия. Значения приемлемых уровней жидких сбросов и газовых выбросов, которые допускается планово сбрасывать в окружающую среду с установки, следует рассчитывать на основе потенциального воздействия. Также следует оценивать пригодность оборудования, используемого для мониторинга и контроля уровней таких сбросов. В [14] даны рекомендации и руководства по ограничению сбросов и выбросов радиоактивных веществ при нормальной эксплуатации установок. Оценки безопасности следует периодически пересматривать и при необходимости обновлять на основе результатов мониторинга рабочих мест и окружающей среды.

7.5. Если по результатам оценки безопасности выявляются определенные опасности, в проект могут вноситься изменения или также может рассматриваться применение эксплуатационных регламентов, предназначенных для контроля этих опасностей, или таких дополнительных мер, как, например, эффективное обучение персонала.

7.6. Условия, процессы и события, влияющие на целостность и безопасность установки, могут рассматриваться как происходящие либо вне установки, либо в пределах установки. Внешние события, происходящие за пределами установки, в большой степени зависят от характеристик площадки, и их следует определять в зависимости от конкретных условий на площадке. В Приложениях III и IV дана вспомогательная информация, помогающая определить перечень таких событий.

7.7. Факторы, влияющие на безопасность, которые возникают в пределах установки, в значительной степени зависят от характерных особенностей установки, а также от процессов и видов деятельности, осуществляемых в пределах установки, и их следует определять для каждой конкретной

установки. Приложение V содержит вспомогательную информацию для идентификации таких процессов.

7.8. При внесении изменений в регламенты эксплуатации следует предусматривать проведение экспертизы оценки безопасности, с тем чтобы гарантировать, что такие изменения не приведут к увеличению потенциальных рисков. Следует вести учет всех аварий и инцидентов (в том числе, аварий и инцидентов, которые были предотвращены) и следует периодически анализировать их наряду с проведением оценки безопасности и процедур контроля. Такой анализ может использоваться для проверки правильности оценки безопасности и эффективности процедур.

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА**

8.1. Необходимо, чтобы программа обеспечения качества при обращении с НСАО перед их захоронением разрабатывалась и применялась оператором конкретной установки в соответствии с требованиями и рекомендациями по обеспечению качества, содержащимися в [19], и требованиями регулирующего органа ([3], пункт 3.12). Целью такой программы является обеспечение того, чтобы:

- a) установки и оборудование для обращения с отходами перед их захоронением проектировались, сооружались, вводились в эксплуатацию, эксплуатировались и выводились из эксплуатации в соответствии с техническими спецификациями и требованиями эксплуатационной безопасности;
- b) этапы обращения с отходами перед их захоронением от образования отходов до их кондиционирования облегчали выполнение существующих или ожидаемых требований по хранению или захоронению отходов;
- c) выполнялись нормативные требования и условия выдачи официальных разрешений.

8.2. Следует обеспечивать, чтобы объем и содержание программы обеспечения качества при обращении с НСАО перед их захоронением соответствовали степени и сложности деятельности при обращении с отходами, количеству и потенциальной опасности, связанной с отходами. В программе обеспечения качества следует уделять особое внимание вопросам, которые

определены как важные с точки зрения радиологической безопасности, а также локализации и изоляции отходов.

8.3. В программу обеспечения качества следует включать организационные аспекты, в том числе планирование деятельности, график выполнения работ и используемые ресурсы. Эти вопросы следует документально отражать в плане (или описании) программы обеспечения качества, а результаты деятельности следует регистрировать. В плане следует четко определять ответственность и полномочия соответствующих сотрудников и организаций. Такой план следует представлять на утверждение в регулирующий орган.

8.4. Следует обеспечивать, чтобы упаковки отходов подготавливались в соответствии с требованиями приемлемости отходов при их поступлении на установку для хранения или захоронения. Следует не допускать несоответствия упаковок отходов, особенно в случае тех видов деятельности, которые могут привести к необратимому несоответствию или ненадлежащему исполнению. Последнее может быть достигнуто за счет программы обеспечения качества, включая применение процедур по:

- a) определению характеристик отходов;
- b) разработке технических требований для упаковок НСАО;
- c) утверждению процесса кондиционирования отходов;
- d) подтверждению характеристик упаковок отходов;
- e) проверке документации по контролю качества.

8.5. В спецификациях на упаковки отходов следует определять требования приемлемости отходов для манипулирования, транспортирования, хранения и, насколько это возможно, захоронения. Оператору следует разрабатывать процесс кондиционирования, в результате которого будет обеспечиваться получение упаковок, соответствующих заданным спецификациям. В этот процесс следует включать определение контролируемых параметров и их значений, что необходимо для обеспечения получения упаковок в соответствии со спецификациями.

8.6. Документацию по качеству следует вести и сохранять для каждой упаковки кондиционированных НСАО. Эти документы следует проверять на соответствие спецификациям с целью определения приемлемости упаковок отходов. Следует составлять отчет о результатах проверки и сохранять его в течение определенного срока, установленного регулирующим органом. В случае, если упаковки отходов не соответствуют спецификациям или требованиям в отношении приемлемости отходов, характер несоответствия следует

документировать, как и любые принятые решения в отношении корректирующих мероприятий. Оператору следует разрабатывать план по устранению несоответствий до начала операций по кондиционированию НСАО.

8.7. Учетная документация на всех стадиях обращения с отходами до захоронения может быть важна для подтверждения соответствия упаковок отходов спецификациям. Следует обеспечивать, чтобы такая учетная документация обеспечивала возможность контролировать характеристики отходов от их сбора до обработки и хранения. Следует разрабатывать систему ведения документации, содержащую такие учетные документы. Примерное содержание учетных документов по контролю качества упаковок отходов включает:

- a) информацию по характеристикам образующихся отходов;
- b) значения ключевых параметров процессов предварительной обработки, переработки и кондиционирования НСАО;
- c) протоколы проверок и калибровок оборудования и систем контроля технологических процессов;
- d) характеристику формы отходов и соответствующих контейнеров (например, сертификаты на материалы для контейнеров, его крышек, сварных швов или заглушек, в том числе тесты по контролю качества и соответствующую документацию);
- e) величины значимых контролируемых параметров;
- f) маркировку упаковок отходов и места их расположения в хранилище.

Такие данные могут предоставляться для каждой упаковки отходов или для всей партии упаковок, полученных в результате одного и того же процесса.

8.8. В случае отсутствия установки для переработки или кондиционирования может требоваться хранение НСАО в течение длительных сроков. Долговременное хранение может также требоваться перед захоронением. В таких случаях программу обеспечения качества следует разрабатывать так, чтобы обеспечивалось сохранение качества и целостности кондиционированных отходов, а также так, чтобы качество учетных документов, маркировки и этикеток упаковок отходов было достаточным для получения, ввода и сохранения такой информации.

8.9. Следует разрабатывать программу проверок, которая включает положения по проведению внутренних и независимых оценок (проверок). Такие проверки следует проводить для того, чтобы определить, удовлетворяют ли программа и планы по обращению с НСАО перед их захоронением действующим требованиям, и подтвердить, что разработаны все необходимые регламенты

(процедуры) для соответствующих видов деятельности и что программа осуществляется должным образом. Проверки процесса следует проводить с целью контроля того, что процесс обращения с отходами ведется в пределах установленных параметров, в соответствии с регламентами безопасной эксплуатации и требованиями, установленными регулирующим органом в лицензии или официальном разрешении иного типа.

8.10. При проведении проверок процесса особое внимание следует уделять обеспечению того, чтобы:

- a) параметры, определяющие процесс, не претерпевали неблагоприятных изменений по сравнению со значениями, которые были установлены на момент проведения первоначальной оценки безопасности;
- b) выполнялись требуемые инспекционные проверки и измерения, а записи сохранялись;
- c) сохранялась возможность контроля при передаче и хранении отходов;
- d) характеристики измерительных приборов, используемых для мониторинга и контроля обработки отходов, не ухудшились при обслуживании или не изменялись без разрешения, а повторная калибровка приборов проводилась в должные сроки в соответствии с надлежащими спецификациями или другими требованиями;
- e) значения всех важных параметров упаковок отходов поддерживались в установленных пределах;
- f) установка эксплуатировалась в рамках допущений, принятых при проведении оценки безопасности;
- g) использовались только такие контейнеры, которые по результатам тестирования признаны пригодными для соответствующей цели и отвечают исходным техническим требованиям в отношении тестируемых параметров в соответствии с требованиями действующих нормативных документов или рекомендациями соответствующих руководств;
- h) имелась удовлетворительная программа подготовки персонала, обеспечивающая знания требований безопасности и контроля процесса.

8.11. Проверки продукта включают исследование, как правило, неразрушающими методами формы отходов, контейнеров для отходов или упаковок отходов. Такие проверки следует проводить в случаях, когда проверяющая организация считает это необходимым. Дополнительные проверки могут выполняться оператором хранилища с целью оценки соблюдения требований, предъявляемых к захоронению.

8.12. Для необходимого подтверждения свойств и характеристик, важных для безопасности, следует проводить научно-исследовательские работы по обращению с НСАО перед их захоронением.

## СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Принципы обращения с радиоактивными отходами, Серия изданий по безопасности, № 111-F, МАГАТЭ, Вена (1996).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, "Юридическая и государственная инфраструктура ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки", Серия норм безопасности, № GS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2000).
- [3] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами перед их захоронением, включая снятие с эксплуатации, Серия норм безопасности, № WS-R-2, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, Safety Series No. 111-G-1.1, IAEA, Vienna (1994).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Nuclear Fuel Cycle Facilities, Safety Standards Series No. WS-G-2.4, IAEA, Vienna (2001).
- [6] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Снятие с эксплуатации блоков атомных электростанций и исследовательских реакторов, Серия норм безопасности, № WS-G-2.1, МАГАТЭ, Вена (2002).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities, Safety Standards Series No. WS-G-2.2, IAEA, Vienna (1999).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Radioactive Waste from the Mining and Milling of Ores, Safety Standards Series No. WS-G-1.2, IAEA, Vienna (2002).
- [9] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами высокого уровня активности перед их захоронением, Серия норм безопасности, № WS-G-2.6, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (1996 Edition (Revised)), Safety Standards Series No. TS-R-1 (ST-1, Revised), IAEA, Vienna (2000). МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов (издание 1996 года), Серия норм безопасности, № ST-1, МАГАТЭ, Вена (1998).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Standards Series No. TS-G-1.1 (ST-2), IAEA, Vienna (2002).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, Safety Series No. 111-G-1.1, IAEA, Vienna (1994).



- [13] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, Safety Standards Series No. WS-G-2.3, IAEA, Vienna (2000).
- [15] [МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Культура безопасности, Серия изданий по безопасности, № 75-INSAG-4, МАГАТЭ, Вена (1991).
- [16] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Рассмотрения и оценки, проводимые регулирующим органом для ядерных установок, Серия норм безопасности, № GS-G-1.2, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [17] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Документация, предназначенная для использования при регулировании ядерных установок, Серия норм безопасности, № GS-G-1.4, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [18] Объединенная конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами, INFCIRC/546, МАГАТЭ, Вена (1997)
- [19] [МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обеспечение качества для безопасности атомных электростанций и других ядерных установок, Свод положений и руководства по безопасности, Q1-Q14, Серия изданий по безопасности, № 50-C/SG-Q, МАГАТЭ, Вена (1998).
- [20] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for Spent Fuel Storage Facilities, Safety Series No. 118, IAEA, Vienna (1995).

## Приложение I

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ИСТОЧНИКИ НСАО ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК

#### ПРИМЕРЫ ОТХОДОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ЯДЕРНЫХ УСТАНОВКАХ

11. На ядерных установках образуются различные виды НСАО, значительно отличающиеся по концентрации радионуклидов, физической форме и химическому составу. К НСАО относятся загрязненные и активированные материалы, содержащие как короткоживущие, так и долгоживущие радионуклиды. Помимо отходов, образующихся в результате эксплуатации установки (эксплуатационных отходов), отходы возникают также при выводе из эксплуатации ядерных установок и в результате реабилитационной деятельности. В случае инцидентов (аварийных ситуаций) или аварий также могут образовываться разные количества отходов с различным составом.

12. В настоящем Приложении рассматриваются следующие источники образования НСАО:

- a) ядерный топливный цикл, в том числе аффинаж и конверсия урановых концентратов (желтого кека), обогащение и производство топлива;
- b) эксплуатация ядерных энергетических реакторов;
- c) обращение с отработавшим топливом, в том числе его переработка;
- d) вспомогательные структуры, такие, как лаборатории, научно-исследовательские установки, горячие камеры и другие специализированные установки, а также установки по техническому обслуживанию и ремонту;
- e) работы по снятию с эксплуатации.

#### Газообразные отходы

13. К основным видам газообразных радиоактивных отходов, возникающих в процессе эксплуатации ядерных установок, относятся:

- a) выбросы систем вентиляции в зданиях;
- b) отходящие газы систем дегазации теплоносителя первого контура ядерных реакторов;
- c) отходящие газы различных технологических систем, в том числе переработки отработавшего топлива;
- d) отходящие газы вентилирования емкостей хранения.

14. Чрезвычайно важно учитывать форму, в которой присутствует радиоактивный материал: в виде частиц, в аэрозольной либо газообразной форме.

15. Активность газообразных отходов зависит от их природы. Выбросы системы вентиляции зданий обычно имеют более низкий уровень загрязнения, чем отходящие газы технологических систем или систем охлаждения и вентилирования емкостей (резервуаров) для хранения жидких отходов.

### **Жидкие отходы и шламы**

16. К основным видам жидких радиоактивных отходов, образующихся на ядерных установках, относятся:

- a) вода спецпрачечных, душевых и т.д.;
- b) трапные воды и дренажные воды оборудования;
- c) органические жидкости;
- d) дезактивационные растворы, которые могут содержать комплексообразующие реагенты;
- e) жидкости, возникающие в результате процессов химической обработки.

17. Шламы в основном включают:

- a) отработавшие ионно-обменные смолы;
- b) фильтровальные присадки;
- c) пульпы;
- d) флокулянты;
- e) выпарные концентраты.

### **Твердые отходы**

18. К основным видам твердых радиоактивных НСАО, образующихся на ядерных установках, относятся:

- a) мусор;
- b) металлические детали и инструменты;
- c) оболочки твэлов и другие составляющие топливных сборок;
- d) продукты сжигания (золы, окалина и содержимое пылесборников);
- e) защитные покрытия, одежда, респираторы, перчатки и блоки фильтров;
- f) бетон, дерево, обломки и грунт;

- е) активированные компоненты активной зоны реактора и источники излучения.

## ИСТОЧНИКИ ОТХОДОВ

### **Производство ядерного топлива**

19. НСАО производства ядерного топлива включают, например, отходы, образующиеся в результате аффинажа и конверсии урана и тория, при обогащении урана и при производстве топливных элементов. Эти отходы состоят из загрязненных твердых предметов, включая как сжигаемые, так и несжигаемые материалы, шламы и остатки процессов, водные растворы и органические жидкости. НСАО, образующиеся в процессе производства топлива, содержат в основном долгоживущие альфа-излучающие радионуклиды.

### **Эксплуатация атомных станций**

110. Отходы атомных станций состоят из загрязненных и активированных материалов, образующихся в результате различных операций в контролируемой зоне станции. Большинство этих отходов относятся к короткоживущим отходам.

111. Жидкие отходы – это загрязненные воды систем охлаждения, систем водоочистки, бассейна выдержки топлива, дренажные воды оборудования, трапные воды, отходы прачечных. Влажные твердые отходы с высоким содержанием воды образуются в результате процессов обработки, таких, как фильтрация, выпаривание, химическое осаждение и ионный обмен. Эти процессы приводят к образованию шламов, отработавших ионно-обменных смол и выпарных концентратов. Загрязненные масла и жидкости, содержащие органические материалы, могут возникать в результате дезактивации, ремонта и обслуживания установок и оборудования.

112. Твердые отходы, образующиеся в процессе плановой эксплуатации реактора, могут состоять из загрязненной одежды, мусора от уборки полов, пластика, бумаги, газоулавливающих устройств, фильтров и списанных деталей. Возникают как горючие, так и негорючие твердые отходы.

113. Источники газообразных отходов зависят от типа реактора. Они могут включать газы, удаляемые из теплоносителя через системы дегазации и вентилирования или эжекторы воздуха, а также выбросы и утечки тепло-

носителя. Кроме этого, на реакторах всех типов возникают активированный и загрязненный вентиляционный воздух и благородные газы.

114. НСАО атомных станций содержат короткоживущие и долгоживущие продукты деления и активации, образующиеся в реакторе под действием нейтронных потоков.

### **Обращение с отработавшим топливом**

115. Установки по обращению с отработавшим топливом включают установки для хранения отработавшего топлива, установки по переработке и кондиционированию. На установках хранения отработавшего топлива возникают НСАО, например, от обработки воды охлаждающего бассейна в установках мокрого хранения. Такие отходы состоят из твердых, жидких и газообразных НСАО.

116. В процессе операций по переработке возникают твердые, жидкие и газообразные НСАО. Твердые отходы состоят из оболочек ТВЭЛов, компонентов топливных сборок, нерастворимых остатков и отходов в зависимости от используемой технологии. Эти отходы могут содержать как продукты активации, так и продукты деления. Жидкие отходы состоят из шламов и концентратов от обработки жидких сбросов, концентратов, возникающих при промывке растворителем и кислотном выщелачивании, включая водные и органические жидкости. Газообразные отходы продуктов деления могут образовываться в процессе растворения топлива. Отходы переработки содержат долгоживущие и короткоживущие радионуклиды.

### **Вспомогательные исследовательские и опытные установки**

117. Вспомогательные установки, на которых образуются НСАО, включают исследовательские реакторы, горячие камеры, опытные установки для переработки топлива, установки по техническому обслуживанию и ремонту, установки для исследования облученных материалов, научно-исследовательские установки и лаборатории. Отходы этих установок не бывают ‘типичными’; они разнообразны и различны в каждом случае.

### **Снятие с эксплуатации и реабилитация**

118. НСАО образуются в процессе вывода из эксплуатации ядерных установок и при реабилитации площадок. Такие отходы существенно отличаются по типу, активности, геометрическим размерам и объему, включая как активированные материалы, так и загрязненные предметы. Твердые отходы включают в

основном технологическое оборудование, компоненты установок, строительные материалы и грунт. Жидкие отходы появляются в результате операций по очистке и дезактивации. Радионуклиды, присутствующие в отходах от снятия с эксплуатации, соответствуют радионуклидам, которые использовались или образовывались при эксплуатации ядерной установки.

## Приложение II

### РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ НА УПАКОВКИ ОТХОДОВ

II–1. Технические требования для кондиционированных НСАО устанавливаются для того, чтобы гарантировать, что упаковки отходов удовлетворяют соответствующим критериям приемлемости для транспортирования, хранения или захоронения. Спецификации на упаковки отходов определяются таким образом, чтобы обеспечить соответствие окончательного продукта (упаковки отходов) применяемым критериям приемлемости, в частности, для захоронения. Радиологические характеристики отходов (концентрация радионуклидов, активность и мощность дозы) являются наиболее важными и определяются на ранней стадии. Остальные технические требования к упаковкам могут подразделяться на следующие четыре группы: химические и физические свойства, механические характеристики, удерживающая способность, стабильность. Характеристика ‘естаbильность’ относится к способности упаковок удерживать радионуклиды в течение продолжительного периода времени.

#### ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

II2. Химические и физические характеристики формы отходов включают:

- a) химический состав;
- b) плотность, пористость, водопроницаемость и проницаемость газов;
- c) однородность отходов и их совместимость с матрицей;
- d) термическую стойкость;
- e) процентное содержание связанной воды, выделение из пор (экссудация) воды при сжимающем напряжении, усадке и затвердевании;
- f) выщелачиваемость и скорость коррозии.

II3. Химические и физические характеристики контейнеров включают:

- a) материал контейнера;
- b) пористость, водопроницаемость и проницаемость газов;
- c) удельную теплопроводность;
- d) растворимость и коррозию в коррозионно-активной атмосфере или жидкостях, таких, как вода или рассолы.

П4. Физические характеристики упаковок отходов включают:

- a) количество пустот в контейнере (которое должно быть минимальным);
- b) характеристики запорных и герметизирующих устройств;
- c) чувствительность к изменению температуры.

#### МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

П5. Механические характеристики формы отходов включают прочность на растяжение, прочность на сжатие и стабильность геометрических размеров.

П6. Механические характеристики упаковок отходов включают поведение упаковок при механических (статических и ударных) или термических нагрузках.

#### УДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ

П7. Удерживающая способность упаковок отходов определяет:

- a) диффузию и выщелачивание радионуклидов в водных средах;
- b) выход газа при нормальных атмосферных условиях или в условиях хранилища;
- c) диффузию трития при нормальных атмосферных условиях или в условиях хранилища;
- d) способность фиксации и удерживания радионуклидов;
- e) водонепроницаемость и газонепроницаемость герметизирующих устройств упаковок.

#### СТАБИЛЬНОСТЬ

П8. Стабильность упаковок отходов определяет:

- a) поведение при циклических изменениях температуры;
- b) чувствительность к повышенным температурам и поведение при пожаре;
- c) поведение в условиях длительного радиационного воздействия;
- d) чувствительность матрицы к контакту с водой;
- e) стойкость к воздействию микроорганизмов;



- f) коррозионную стойкость во влажной среде (в случае металлических контейнеров);
- g) пористость и степень газонепроницаемости;
- h) потенциальную возможность набухания в результате внутреннего накопления выделяющихся газов.

## Приложение III

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОЩАДКИ, ПРОЦЕССЫ И СОБЫТИЯ, УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ (ВНЕШНИЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ)

При использовании этого перечня следует принимать во внимание, что приведенные исходные события не обязательно будут применимы для всех установок и для всех площадок. Настоящий перечень приведен в качестве вспомогательного материала.

- (1) Метеорология и климатология площадки и региона:
  - i) Осадки (средние и экстремальные значения, в том числе частота, длительность и интенсивность):
    - дождь, град, снег и оледенение;
    - снежный и ледяной покровы (в том числе потенциальная возможность блокирования входов или выходов);
    - засуха.
  - ii) Ветры (средние и экстремальные значения, в том числе частота, длительность и интенсивность):
    - смерчи (торнадо), ураганы и циклоны.
  - iii) Мощность и длительность воздействия прямого солнечного излучения (инсоляция, средние и экстремальные значения).
  - iv) Температура (средние и экстремальные значения, в том числе частота и длительность):
    - вечная мерзлота и циклы промерзания и оттаивания почвы.
  - v) Барометрическое давление (средние и экстремальные значения, в том числе частота и длительность).
  - vi) Влажность (средние и экстремальные значения, в том числе частота и длительность):
    - туман и мороз.
  - vii) Молния (частота и интенсивность).
- (2) Гидрология и гидрогеология площадки и региона:
  - i) Поверхностный сток (средний и экстремальный, в том числе частота, длительность и интенсивность):
    - затопление (частота, длительность и интенсивность);
    - эрозия (скорость).
  - ii) Режим грунтовых вод (средние и экстремальные характеристики, в том числе частота и длительность).
  - iii) Волновая активность (средние и экстремальные характеристики, в том числе частота, длительность и интенсивность):

- приливы, штормовые нагоны и цунами;
  - затопление (частота, длительность и интенсивность);
  - береговая эрозия (скорость).
- 3) Геология площадки и региона:
- i) Литология и стратиграфия:
    - геотехнические характеристики материалов, слагающих площадку.
  - ii) Сейсмичность:
    - разломы и ослабленные зоны;
    - землетрясения (частота и интенсивность).
  - iii) Вулканология:
    - вулканические обломки и пепел.
  - iv) Исторические шахты и карьеры:
    - просадки грунта.
- 4) Геоморфология и топография площадки:
- i) Стабильность природного материала:
    - обрушения склонов, оползни и оседание;
    - лавины.
  - ii) Поверхностная эрозия.
  - iii) Влияние рельефа (топографии) на метеорологические условия или на последствия экстремальных погодных условий.
- 5) Земная и водная флора и фауна на площадке (с точки зрения их влияния на установку):
- i) Растительность (наземная и водная):
    - блокирование входов и выходов;
    - повреждение конструкций.
  - ii) Грызуны, птицы, другие обитатели живой природы:
    - прямое повреждение вследствие рытья, перегрызания и т.д.;
    - накопление остатков гнезд, гуано и т.д.
- 6) Возможность возникновения:
- i) Природных пожаров или взрывов на площадке.
  - ii) Метана или природного токсичного газа (от болотистой местности или мусорных свалок).
  - iii) Пылевых или песчаных бурь (в том числе возможное блокирование входов и выходов).

## Приложение IV

### **ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОЩАДКИ, ПРОЦЕССЫ И СОБЫТИЯ, УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ (ВНЕШНИЕ СОБЫТИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ЧЕЛОВЕКА)**

При использовании этого перечня следует принимать во внимание, что приведенные исходные события не обязательно будут применимы для всех установок и для всех площадок. Настоящий перечень приведен в качестве вспомогательного материала.

- 1) Взрыв:
  - i) твердое вещество;
  - ii) газ, пыль или аэрозольное облако.
- 2) Пожар:
  - i) твердое вещество;
  - ii) жидкое вещество;
  - iii) газ, пыль или аэрозольное облако.
- 3) Падение летательного аппарата.
- 4) Летящие предметы вследствие структурных или механических поломок на соседних установках.
- 5) Затопление:
  - i) разрушение строительных конструкций дамбы;
  - ii) затор на реке.
- 6) Просадки грунта или обрушения вследствие горнопроходческих работ (туннели, шахты).
- 7) Колебания земли.
- 8) Выход любых коррозионных, токсичных и/или радиоактивных веществ:
  - i) жидкость;
  - ii) газ, пыль или аэрозольное облако.
- 9) Географические и демографические данные:

- i) плотность населения и ожидаемые изменения в течение всего жизненного цикла установки;
  - ii) промышленные и военные объекты и соответствующая деятельность и влияние аварий на установку на таких объектах;
  - iii) транспортные пути;
  - iv) транспортная инфраструктура (автомагистрали, аэропорты и/или воздушные пути, железные дороги, реки и каналы, трубопроводы и возможность воздействий или аварий, связанных с наличием опасных материалов).
- 10) Энергоснабжение и возможность его потери.
- 11) Гражданские волнения:
- i) терроризм, саботаж и внешнее вторжение;
  - ii) нарушения в инфраструктуре;
  - iii) гражданские беспорядки;
  - iv) забастовки и блокады;
  - v) вопросы, связанные со здравоохранением (например, эндемические заболевания, эпидемии).

## Приложение V

### ПОСТУЛИРУЕМЫЕ ИСХОДНЫЕ СОБЫТИЯ, УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ (ВНУТРЕННИЕ ЯВЛЕНИЯ)

При использовании этого перечня следует принимать во внимание, что приведенные исходные события не обязательно будут применимы для всех установок и для всех площадок. Настоящий перечень приведен в качестве вспомогательного материала.

- 1) Приемка (непреднамеренно или в силу иных причин) поступающих отходов, контейнеров для отходов, химических реагентов для обработки, реагентов для кондиционирования и т.д., которые не соответствуют спецификациям (критериям приемлемости), принятым в качестве проектных основ.
- 2) Обработка отходов, которые соответствуют критериям приемлемости, но в последующем обработаны неправильно применительно к данному типу отходов (непреднамеренно или в силу иных причин).
- 3) Возникновение критичности вследствие нерегламентированного накопления делящегося материала, изменения конфигурации, введения замедляющего материала, удаления поглотителя нейтронов или различные комбинации вышеперечисленного.
- 4) Взрыв вследствие выделения взрывоопасной газовой смеси как результат:
  - i) Радиолиза.
  - ii) Выбросов газа или его летучести.
  - iii) Химических реакций, возникающих в результате нерегламентированного смешивания или контакта:
    - различных потоков отходов;
    - отходов и реагентов для кондиционирования;
    - материала контейнеров для отходов и реагентов для кондиционирования;
    - химических реагентов для обработки;
    - отходов, контейнеров для отходов, реагентов для кондиционирования, химических реагентов для обработки и преобладающих условий окружающей среды на производстве или в хранилище.
  - iv) Поступление в установку по сжиганию или компактированию таких предметов, как сосуды со сжатым газом.
- 5) Пожар вследствие:
  - i) самопроизвольного возгорания;

- ii) местных участков перегрева из-за нарушений в конструкции, системах или элементах;
  - iii) искрения механизмов, оборудования или в системе электропитания;
  - iv) искры в результате деятельности человека, например, сварки или курения;
  - v) взрывов.
- 6) Значительная несовместимость между компонентами систем переработки и материалами, поступающими в систему.
  - 7) Ухудшение характеристик материалов переработки (химические реагенты, присадки или связывающие вещества) вследствие нарушения условий обращения или хранения.
  - 8) Ошибка при рассмотрении нерадиологической опасности, свойственной отходам (физической, химической, патогенной).
  - 9) Образование токсичной атмосферы вследствие химических реакций из-за ненадлежащего смешивания или контактов различных реагентов и материалов.
  - 10) Падение упаковок с отходами или других грузов вследствие неправильно выполненных действий или отказов оборудования с последствием для упавшей упаковки и, возможно, для других упаковок с отходами или конструкций, систем и элементов установки.
  - 11) Столкновение транспортных средств или подвешенных грузов с конструкциями, системами и элементами установки или с упаковками отходов, резервуарами и трубопроводами, содержащими отходы.
  - 12) Отказы конструкций, систем и элементов вследствие:
    - i) потери структурной устойчивости и механической целостности;
    - ii) вибраций установки;
    - iii) неустойчивости давления (резкого повышения или падения давления);
    - iv) внутренней коррозии или эрозии либо химического воздействия рабочей среды или среды хранилища.
  - 13) Образование летящих предметов или их обломков вследствие взрыва элементов, находящихся под давлением, или серьезных поломок вращающегося оборудования.
  - 14) Неисправность нагревающего или охлаждающего оборудования, приводящая к непреднамеренным температурным отклонениям в технологических системах и системах хранения.
  - 15) Неисправность оборудования технологического контроля.
  - 16) Неисправность оборудования, поддерживающего условия окружающей среды на установке, такого, как вентиляционная система и система обезвоживания.

- 17) Неисправность систем мониторинга или систем аварийной сигнализации, вследствие чего появление неблагоприятных условий остается незамеченным.
- 18) Неправильные параметры уставок (ошибки или несанкционированные изменения) на мониторах, оборудовании аварийной сигнализации или контрольной аппаратуре.
- 19) Отказ в момент срабатывания аварийного оборудования, такого, как системы пожаротушения, клапаны и трубопроводы сброса давления.
- 20) Отказ систем энергоснабжения главной системы либо различных подсистем.
- 21) Неисправность основного оборудования для манипулирования с отходами, такого, как подъемные краны или передаточные конвейеры.
- 22) Неисправность конструкций, систем и элементов, контролирующих выбросы в окружающую среду, таких, как фильтры или клапаны.
- 23) Ненадлежащее проведение проверок, испытаний и технического обслуживания конструкций, систем и элементов.
- 24) Неверные действия оператора вследствие неточной или неполной информации.
- 25) Неверные действия оператора, несмотря на наличие точной и полной информации.
- 26) Саботаж со стороны служащих.
- 27) Отказ таких систем и элементов, как облицовка установки для сжигания отходов, гидравлика установки для компактирования или режущего оборудования, что вызывает риск значительного дополнительного облучения персонала, привлекаемого для выполнения ремонтных работ или замены оборудования.
- 28) Обнаружение в процессе вывода из эксплуатации непредвиденных источников излучения (например, отличающихся по природе или количеству) и невыявление сразу изменившихся условий.
- 29) Удаление или ослабление конструкции или элемента в процессе снятия с эксплуатации без понимания возможного влияния на конструкционные характеристики других конструкций и элементов.





## СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Abe, M.	Japan Atomic Energy Research Institute, Japan
Ahmed, J.	Bhabha Atomic Research Centre, India
Banerjee, K.	Bhabha Atomic Research Centre, India
Boetsch, W.	Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit mbH, Germany
Conlon, P.	International Atomic Energy Agency
De Pahissa, M.	Comisiyn Nacional de Energía Atómica, Argentina
De, P.	AECL Research, Canada
Delaney, B.J.	Nuclear Installations Inspectorate, United Kingdom
Duerden, P.	Permanent Mission of Australia, Austria
Duthé, M.	Direction de la sûreté des installations nucléaires, France
El-Sourougy, M.	Atomic Energy Authority, Egypt
Fitzpatrick, B.	International Atomic Energy Agency
Fitzpatrick, J.	RM Consultants Ltd, United Kingdom
Geiser, H.	Wissenschaftlich Technische Ingenieurberatung, Germany
Haworth, R.	Nuclear Installations Inspectorate, United Kingdom
Hinrichsen, P.	Council for Nuclear Safety, South Africa
Holub, J.	Institute for Research, Production and Application of Radioisotopes, Czech Republic
Horyna, J.	State Office for Nuclear Safety, Czech Republic
Kallonen, I.	Imatran Voima Oy, Finland
Lewis, H.	International Atomic Energy Agency
Martens, B.R.	Bundesamt für Strahlenschutz, Germany
Morales, A.	Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A., Spain
Numark, N.J.	Numark Associates, Inc., United States of America
Ожован, М.	Научно-промышленное объединение 'Радон', Российская Федерация

Piccone, J.M.	Nuclear Regulatory Commission, United States of America
Picha, K.	Department of Energy, United States of America
Pollock, R.	AECL Research, Canada
Risoluti, P.	Ente per le Nuove Tecnologie, Energia e l'Ambiente, Italy
Ruokola, E.	Radiation and Nuclear Safety Authority, Finland
Saverot, P.	NUSYS, France
Šťásmilch, J.	Nuclear Research Institute, Czech Republic
Uriate, A.	Instituto de Tecnología Nuclear, Spain
Weedon, C.J.	The Environment Agency, United Kingdom
Westerlind, M.	Swedish Radiation Protection Institute, Sweden
Zhu, J.L.	Atomic Energy Authority, China

## ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ

### Комиссия по нормам безопасности

*Аргентина:* Oliveira, A.; *Бразилия:* Caubit da Silva, A.; *Канада:* Pereira, J.K.; *Китай:* Zhao, С.; *Франция:* Lacoste, А.-С.; Gauvain, J.; *Германия:* Renneberg, W.; *Индия:* Sukhatme, S.P.; *Япония:* Suda, N.; *Корея, Республика:* Eun, S.; *Российская Федерация:* Вишневецкий, Ю.Г.; *Испания:* Azuaga, J.A.; Santoma, L.; *Швеция:* Holm, L.-E.; *Швейцария:* Schmocker, U.; *Украина:* Грищенко, В.; *Соединенное Королевство:* Williams, L.G. (председатель); Pape, R.; *Соединенные Штаты Америки:* Travers, W.D.; *МАГАТЭ:* Karbassioun, A. (координатор); *Международная комиссия по радиологической защите:* Clarke, R.H.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР:* Shimomura, K.

### Комитет по нормам ядерной безопасности

*Аргентина:* Sajaroff, P.; *Австралия:* MacNab, D.; *\*Беларусь:* Судаков, Л.; *Бельгия:* Govaerts, P.; *Бразилия:* Salati de Almeida, I.P.; *Болгария:* Гантчев, Т.; *Канада:* Hawley, P.; *Китай:* Wang, J.; *Чешская Республика:* Böhm, K.; *Египет:* Hassib, G.; *Финляндия:* Reiman, L. (председатель); *Франция:* Saint Raymond, P.; *Германия:* Feige, G.; *Венгрия:* Vöröss, L.; *Индия:* Sharma, S.K.; *Ирландия:* Hone, С.; *Израиль:* Hirshfeld, H.; *Италия:* del Nero, G.; *Япония:* Yamamoto, Т.; *Корея, Республика:* Lee, J.-I.; *Литва:* Demcenko, M.; *\*Мексика:* Delgado Guardado, J.L.; *Нидерланды:* de Munk, P.; *\*Пакистан:* Hashimi, J.A.; *\*Перу:* Ramírez Quijada, R.; *Российская Федерация:* Баклушин, Р.П.; *Южная Африка:* Bester, P.J.; *Испания:* Mellado, I.; *Швеция:* Jende, E.; *Швейцария:* Aeberli, W.; *\*Таиланд:* Tanipanichskul, P.; *Турция:* Alten, S.; *Соединенное Королевство:* Hall, A.; *Соединенные Штаты Америки:* Newberg, S.; *Европейская комиссия:* Schwartz, J.-С.; *МАГАТЭ:* Bevington, L. (координатор); *Международная организация по стандартизации:* Nigon, J.L.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР:* Hrehor, M.

### Комитет по нормам радиационной безопасности

*Аргентина:* Rojkind, R.H.A.; *Австралия:* Mason, С. (председатель), *Беларусь:* Rydlevski, L.; *Бельгия:* Smeesters, P.; *Бразилия:* Amaral, E.; *Канада:* Utting, R.; *Куба:* Betancourt Hernandez, A.; *Китай:* Yang, H.; *Чешская Республика:* Drabova, D.; *Дания:* Ulbak, K.; *Египет:* Hanna, M.; *Финляндия:* Markkanen, M.; *Франция:* Piechowski, J.; *Германия:* Landfermann, H.; *Венгрия:* Koblinger, L.; *Индия:* Sharma, D.N.; *Ирландия:* McGarry, A.; *Израиль:* Laichter, Y.; *Италия:* Sgrilli, E.

*Япония: Yonehara, H.; Корея, Республика: Kim, C.; Мадагаскар: Andriambololona, R.; Мексика: Delgado Guardado, J.; Нидерланды: Zuur, C.; Норвегия: Saxebol, G.; Перу: Medina Gironzini, E.; Польша: Merta, A.; Российская Федерация: Кутков, В.; Словакия: Jurina, V.; Южная Африка: Olivier, J.H.L.; Испания: Amor, I.; Швеция: Hofvander, P.; Moberg, L.; Швейцария: Pfeiffer, H.J.; Таиланд: Pongpat, P.; Турция: Buyan, A.G.; Украина: Лихтарев, И.А.; Соединенное Королевство: Robinson, I.; Соединенные Штаты Америки: Paperiello, C.; МАГАТЭ: Bilbao, A.; Европейская комиссия: Kaiser, S.; Janssens, A.; Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций: Rigney, C.; Международная комиссия по радиологической защите: Valentin, J.; Международное бюро труда: Niu, S.; Международная ассоциация радиационной защиты: Webb, G.; Международная организация по стандартизации: Perrin, M.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Lazo, T.; Панамериканская организация здравоохранения: Borrás, C.; Научный комитет ООН по действию атомной радиации: Gentner, N.; Всемирная организация здравоохранения: Kheifets, L.*

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

*Аргентина: López Vietri, J.; Австралия: Colgan, P.; \*Беларусь: Зайцев, С.; Бельгия: Cottens, E.; Бразилия: Bruno, N.; Болгария: Бакалова, А.; Канада: Viglasky, T.; Китай: Pu, Y.; \*Дания: Hannibal, L.; Египет: El-Shinawy, R.M.K.; Франция: Aguilar, J.; Германия: Rein, H.; Венгрия: Sáfár, J.; Индия: Nandakumar, A.N.; Ирландия: Duffy, J.; Израиль: Koch, J.; Италия: Trivelloni, S.; Япония: Namada, S.; Корея, Республика: Kwon, S.-G.; Нидерланды: Van Halem, H.; Норвегия: Hornkjøl, S.; Перу: Regalado Campaña, S.; Румыния: Vieru, G.; Российская Федерация: Ершов, В.Н.; Южная Африка: Jutle, K.; Испания: Zamora Martin, F.; Швеция: Pettersson, B.G.; Швейцария: Knecht, B.; \*Таиланд: Jerachanchai, S.; Турция: Köksal, M.E.; Соединенное Королевство: Young, C.N. (председатель); Соединенные Штаты Америки: McGuire, R.; МАГАТЭ: Pope, R.V.; Европейская комиссия: Rossi, L.; Международная ассоциация воздушного транспорта: Abouchaar, J.; Международная организация гражданской авиации: Rooney, K.; Международная федерация ассоциаций линейных пилотов: Tisdall, A.; Международная морская организация: Rahim, I.; Международная организация по стандартизации: Malesys, P.; Экономическая комиссия Организации Объединенных Наций для Европы: Kervella, O.; Всемирный институт по ядерным перевозкам: Lesage, M.*

## Комитет по нормам безопасности отходов

*Аргентина:* Siraku, G.; *Австралия:* Williams, G.; *\*Беларусь:* Роздяловская, Л.; *Бельгия:* Baekelandt, L. (председатель); *Бразилия:* Xavier, A.; *\*Болгария:* Симеонов, Г.; *Канада:* Ferch, R.; *Китай:* Fan, Z.; *Куба:* Benitez, J.; *\*Дания:* Øhlenschlaeger, M.; *\*Египет:* Al Adham, K.; Al Sorogi, M.; *Финляндия:* Rukola, E.; *Франция:* Averous, J.; *Германия:* von Dobschütz, P.; *Венгрия:* Czoch, I.; *Индия:* Raj, K.; *Ирландия:* Pollard, D.; *Израиль:* Avraham, D.; *Италия:* Dionisi, M.; *Япония:* Irie, K.; *Корея, Республика:* Sa, S.; *\*Мадагаскар:* Andriambolona, R.; *Мексика:* Maldonado, H.; *Нидерланды:* Selling, H.; *\*Норвегия:* Sorlie, A.; *Пакистан:* Qureshi, K.; *\*Перу:* Gutierrez, M.; *Российская Федерация:* Полуэктов, П.П.; *Словацкая Республика:* Konecny, L.; *Южная Африка:* Pather, T.; *Испания:* O'Donnell, P.; *Швеция:* Wingefors, S.; *Швейцария:* Zurkinden, A.; *\*Таиланд:* Wangcharoenroong, B.; *Турция:* Kahraman, A.; *Соединенное Королевство:* Wilson, C.; *Соединенные Штаты Америки:* Greeves, J.; Wallo, A.; *МАГАТЭ:* Hioki, K. (координатор); *Европейская комиссия:* Taylor, D.; Webster, S.; *Международная комиссия по радиологической защите:* Valentin, J.; *Международная организация по стандартизации:* Hutson, G.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР:* Riotte, H.

*Примечание:* звездочкой (\*) отмечены члены-корреспонденты. Членам-корреспондентам направляются проекты документов для замечаний, а также другая документация, но они, как правило, не принимают участия в работе совещаний.

---

---

---

---

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА  
ISBN 92-0-410705-7  
ISSN 1020-5845